nat. 141 = Dickmann

H. Diekmann's Naturlehre.

Dritte Auflage.

An Deutschlands geehrte Schulmänner.

In allen Theilen Deutschlands hat das, jetzt schon in einer 3ten Auflage erschienene Schulbuch:

A. Zachariä's
Lehrbuch der Erdbeschreibung
in natürlicher Verbindung mit
Weltgeschichte, Naturgeschichte und Technologie
für Bürgerschulen und zum Privatunterricht
herausgegeben von
Dr. van der Smissen.
Altona, Hammerich, 1840.
gr. 8. — compresser Druck. — 22 Bogen.

bei dem außerordentlich billigen Preise von 18 Sgr. die Aufmerksamkeit denkender Schulmänner in einem hohen Grade auf sich gezogen, und die zweckmäßige Abfassung dieses Lehrbuchs hat sich bereits auf das Glänzendste beim Unterricht erwiesen.

Die kunstvolle Zusammenstellung der auf dem Titel angegebenen Lehrgegenstände ist überraschend zweckmäßig, und befördert und erleichtert den Unterricht außerordentlich.

Sämmtliche solide Buchhandlungen haben Zachariä's Erdbeschreibung, welche in vielen der vorzüglichsten Stadt- und Landschulen bereits eingeführt ist, stets vorräthig.

Unter den neuern pädagogischen Schriften hat besonders nachstehendes Werk gleich allgemeine Anerkennung gefunden. Der erste Cursus war gleich nach Vollendung des Drucks vergriffen, und ist jetzt in einer dritten Auflage erschienen; es darf daher zur Empfehlung wohl nichts hinzugefügt werden. — Auch der zweite Cursus ward in ganz Deutschland mit gleicher Theilnahme aufgenommen und ist jetzt ebenfalls in einer zweiten Auflage erschienen. Der Titel ist:

Denzel's Entwurf
des
Anschauungs-Unterrichts
in katechetischer Gedankenfolge;
practisch ausgeführt von
C. Wrage,
Lehrer an der Wilhelminen-Schule in Flensburg.
Mit einem Vorwort von
Denzel,
Prälat, Ober-Schulrath ꝛc. zu Eßlingen.
1r. Cursus. 3te Auflage. 12 gr.
2r. Cursus. 2te Auflage. 1½ Thlr.

Die

Naturlehre

in katechetischer Gedankenfolge

als

Gegenstand der Verstandesübung

und als Anlaß

zur religiösen Naturbetrachtung.

Für

Lehrer in Stadt- und Landschulen, auch in Schullehrerseminarien brauchbar.

Von

H. Diekmann,

Dannebrogsmann, zweitem Lehrer am Schullehrerseminar zu Tondern.

Dritte berichtigte und vermehrte Auflage.

Altona 1842.

Verlag von Joh. Friedr. Hammerich.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorerinnerung

zur ersten Auflage.

Die günstige Aufnahme, welche meine 1822 *) erschienene Seelenlehre für Lehrer in Volksschulen gefunden, hat, in Verbindung mit einigen freundschaftlichen Aufforderungen, läßt mich auch den Versuch wagen, die Materialien aus dem Gebiete der Naturlehre, welche ich seit einer Reihe von Jahren für meine Schule zu dem auf dem Titel angegebenen Zweck gesammelt und geordnet, und von Zeit zu Zeit revidirt habe, meinen Mitschullehrern und andern, welche über diesen Zweig des menschlichen Erkennens und Forschens die wichtigsten Resultate nachlesen möchten, hierdurch darzubieten. Es verlangt unsere Schulordnung die Verbindung (auch) der Naturlehre mit den in unsern Schulen zur stehenden Lection zu machenden unmittelbaren Verstandesübungen. Nicht leicht auch eignet sich ein Gegenstand mehr für diesen Zweck, wenn er nämlich auf eine, der natürlichen Entwickelung der jugendlichen Erkenntnißkräfte angemessene

*) Ist bereits in einer zweiten verbesserten Auflage erschienen, mit dem Titel: „Die Seelenlehre in katechetischer Gedankenfolge, als Gegenstand der Verstandesübung und der Vorbereitung eines fruchtbaren Religionsunterrichts für Bürger- und Landschulen." 8. Altona, 1829. 14 Gr.

Art benutzt wird. Es findet hier durchaus immer erst ein (unmittelbares oder vom Lehrer vermitteltes) Wahrnehmen von Erscheinungen Statt, die der Schüler dann als Wirkung einzelner oder mehrerer auf oder neben einander wirkender Natur-Ursachen und Kräfte anzusehen angeleitet wird. Die Fragen: Woher? warum? und wozu das? sind es nach genauer An- und Durchsicht der Erscheinung selbst hier stets, auf deren möglichst befriedigende Beantwortung die in der Jugend zuvor aufgeregte Forschbegierde hingeleitet wird. Selten sind solche Fragen durch einen einfachen Schluß beantwortet; oft bedarf es einer ziemlichen Reihe von Schlüssen, um von der erkannten Wirkung zuerst auf die nächste, von da auf die daran angrenzende und so fort bis auf die letzte erkennbare Grund-Ursache zu kommen. Schon in sofern dürfte wohl schwerlich etwas den jugendlichen Erfindungsgeist mehr zu wecken im Stande sein als ein zweckmäßiger Unterricht in der Naturlehre, sowie auch nicht leicht durch etwas Anderes mehr die schädliche Gedankenlosigkeit verhütet wird, womit so oft unser Landmann, Tagelöhner — (allenfalls wohl den Gewinn berechnend, welchen die nächste Erndte verheißt, und weiter nichts) die herrlichen Werke des Weltschöpfers durchwandert.

Wie aber die Erscheinungen der Natur, der Jugend zur Wahrnehmung gebracht werden gerade da, wo der Gang des Unterrichts eine solche Wahrnehmung erfordert, ist eine Frage, deren Beantwortung hier vielleicht einen Platz verdiente. Es sind ja, wenn nach besagtem Unterrichtsgange vom Wetterleuchten, St. Elmsfeuer, Hofe um Sonne und Mond, Irrlicht, Nordlicht u. s. w. die Rede kommt, diese Erscheinungen nicht eben zur Anschauung wirklich da. Was

dann zu machen? — Da bin ich denn freilich weit entfernt zu glauben, daß ich die Aufgabe befriedigend werde lösen können. Nur wie ich es in der Rücksicht bisher gehalten habe, ist es, was ich, so viel sich in der Kürze thun läßt, hier anführen will.

Nicht immerwährend, Jahr aus Jahr ein, ist Naturlehre Gegenstand des Unterrichts in meiner Schule. Diese wechselt vielmehr mit den andern sogenannten gemeinnützigen Kenntnissen: Seelenlehre, Naturgeschichte u. s. w., so daß, wenn der bestimmte Cursus des einen dieser Gegenstände beendigt ist, ein anderer in dessen Stelle tritt. Wo wollte man auch für alles auf einmal die Zeit hernehmen? anderer Unbequemlichkeiten und unzweifelhafter Nachtheile der zu großen Mannigfaltigkeit nicht zu gedenken.

Unter solcher Voraussetzung giebt es denn eine beträchtliche Zwischenzeit, während welcher manche Naturerscheinungen sich zeigen, und gelegentlich angeschaut werden können. Sobald ich nun dergleichen gewahre: einen Regenbogen, das Abendroth, eine Nebensonne, das Ausschlagen der Wände u. s. w., so mache ich die Schüler (sei es, zu welcher Zeit es wolle, wenn nur irgend die Umstände es erlauben) darauf aufmerksam, lasse sie die eigenthümlichen, in die Sinne fallenden Merkmale der vorhandenen Erscheinung bemerken, und sage den Namen derselben mit der Erinnerung, daß zu seiner Zeit ihnen das Nähere soll auseinander gesetzt werden. Auch halte ich sie an, auf alles, was ihnen in der Rücksicht ohne mein Beisein vorkommen sollte, zu achten und mir dann, was sie bemerkt haben, zu sagen. Kann ich zufällig ein physikalisches Geräth, welches nicht immer zu haben ist, erhalten (einen Magnet, einen Heber,

ein Barometer, ein gläsernes Prisma, ein Hörrohr, ein Mikroscop, einen Hohlspiegel, eine Electrisirmaschine u. s. w.): so zeige ich ihnen das und (wo möglich) dessen Gebrauch. — Das ist meine gelegentliche Vorbereitung in nächster Beziehung auf die Naturlehre, und es darf, nachdem diese vorausgegangen, beim Unterrichte selbst nur an das so Bekannte erinnert werden.

Manche Erscheinungen indessen, die doch auch nicht wohl zu übergehen sind, werden den Schülern in ihrer Lage nie zu Gesichte kommen, so wie ebenfalls nicht das eine und andere bemerkenswerthe Geräth. In den Fällen helfe ich durch Beschreibungen und Zeichnungen, die um so leichter auch hinreichend sind, je sorgfältiger jene gelegentliche Vorbereitung ist beachtet worden, da den Schülern dann schon gar zu manches bekannt ist, womit das Unbekannte ihnen nur in Vergleichung gestellt werden darf.

Wie ich die Naturlehre selbst behandle, damit sie unsern Schülern Gegenstand des Erkennens und der Uebung ihres Denkvermögens werde, davon giebt die vorliegende Bearbeitung einige, wenn gleich keine vollständige Kunde. Es sind hier die Materialien bloß katechetisch geordnet, ohne katechetische Fragen, und zu dem Ende ist alles so dargestellt, daß der vorhergehende Gedanke den nachfolgenden vorbereitet, und der ans Folgern gewöhnte Schüler also, sobald der Lehrer das ununterbrochen Gesagte in Fragen einzukleiden weiß (wo dies nämlich ungezwungen zu thun möglich ist), durch eigenes Untersuchen und Selbstdenken zu den jedesmaligen Resultaten hingelangt. Jedoch wird man finden, daß je weiter hinein, der Ton sich mehr und mehr etwas ändert, und besonders einige beim katechc-

tischen Unterricht erforderliche Zwischengedanken wohl fehlen. Das ist, um zu große Weitläuftigkeit zu vermeiden, geschehen, und weil — durch vorherige Fingerzeige mit erleichtert — es dem Lehrer nicht schwer fallen wird, das hier noch Nöthige zu ergänzen.

Auch das Ganze habe ich so zu ordnen gesucht, daß das Vorhergehende allemal Vorbereitung des Nachfolgenden wird. Das eben ist eine der Absichten mit, welche ich durch die Abtheilung des Inhalts in zwei Lehrgänge zu erreichen suchte, weil so nur mir es möglich schien, alles das einstweilen wegzulassen, was noch einer Bekanntschaft bedurfte mit Zweigen aus der Naturlehre, die noch nicht vorgekommen sein konnten. Eine andere Absicht der zwei Lehrgänge ist, den Lehrer in den Stand zu setzen, leichter dasjenige aus diesem Lehrgegenstande auszuwählen, was er für seine Schule am ersten zu bedürfen glaubt. Vielleicht daß manchem schon der erste Cursus im Ganzen des Stoffs genug darbietet, und er (wie ich es auch zuweilen war, wenn die Zeit etwas zu schnell eilte) zufrieden ist, wenn er nur das eine und andere Wichtigste aus dem zweiten Cursus mit herüberziehen kann.

Daß aber die Naturlehre nicht bloß Gegenstand eines leeren Erkennens, sondern mehr und Höheres noch für unsere Jugend sein soll, ist in §. 37. des Buches, dem größten Theile nach, auseinander gesetzt. Einen schädlichen Aberglauben verhüten dürfte in unsern Tagen wohl vornehmlich nur Bedürfniß sein, wie vor mehreren Jahren es noch eben so dringendes Bedürfniß war, denselben zu entfernen. Daß nun bei dem, der gewohnt ist, alles ihm Vorkommende (zumal Auffallende) von allen Seiten sorg-

fältig zu betrachten und nach dem Woher? und Wozu? desselben zu forschen, kein Aberglaube leicht aufkommt, liegt in der Sache selbst, und dazu eben gewöhnt ein zweckmäßiger physikalischer Unterricht.

Aber auch dem gewiß nicht weniger Unheil bringenden Unglauben beugt dieser Unterricht vor, da derselbe an- und hinführt zum stets forschenden Umsehen in den Werken des Schöpfers, die der Schüler bald erkennt, und für nichts anders, als ein beständig fortgehendes Wirken des Allmächtigen, Weisen und Gütigen, welches Wirken (wenn es in außerordentlichen Naturereignissen sich zeigt) bei dem Ununterrichteten oft nur ein gedankenloses, unthätiges Hinstarren mit Schreck oder Sorglosigkeit gepaart, veranlaßt. Wie oft auch treibt ein gehörig geleitetes Suchen und Forschen nach Ursache und Zweck des Vorfallenden zu dem demuthsvollen Bekenntniß: „Da kann, da weiß ich nicht, — da ist Gottes Finger!"

Dieses erwägend, habe ich dem Buche da, wo es ohne Unterbrechung des Gedankenfadens und ohne Weitläuftigkeit sich thun ließ, kurze Winke zu religiösen Beziehungen, die der Lehrer beim Unterrichte selbst weiter auszuführen hat, hinzugefügt. Das nur wollte ich durch die Bestimmung: „Anlaß zur religiösen Naturbetrachtung" auch bezeichnen.

Auch diese kleine Arbeit wolle der Allgütige mit seinem Segen begleiten.

Der Verfasser.

Vorerinnerung

zur dritten Auflage.

Diese Naturlehre, welche 1826 zuerst und 1838 zum großen Theil umgearbeitet und um die Hälfte vermehrt erschien, tritt jetzt zum dritten Mal hervor. Durch den eigenen Gebrauch und eine sorgfältige besondere Durchsicht des Buchs bin ich zu manchen Berichtigungen, und durch mir bekannt gewordene neue Entdeckungen oder doch neu gewonnene Ansichten im Gebiete der Physik — zu mehrfachen Erweiterungen desselben veranlaßt worden; jedoch, was letztere betrifft, nur in so weit, als ich selbige für den Zweck dieses Buchs nicht unberücksichtigt lassen zu dürfen glaubte. Ermunterungen zu dieser neuen Bearbeitung gaben mir das so bald eingetretene Bedürfniß einer dritten Auflage und — mir zu Gesicht gekommene freundliche Beurtheilungen der zweiten Aufl., — namentlich: in den Rheinischen Blättern ꝛc. Von Diesterweg. Jahrg. 1840. 21. Bdes d. n. F. 3tes Heft, und — in der

Allg. Schulzeitung. Von Zimmermann. Jahrg. 1841. Mai. Nr. 80. —

Was ich in der Vorerinnerung zur ersten Auflage über Zwecke, welche durch den Unterricht in der Naturlehre für unsre Volksschulen zu erstreben sein dürften, so wie über Auswahl des Materials für diese Zwecke, und über Vorbereitung der Schüler für diesen Unterricht — gesagt habe, ist im Wesentlichen noch meine Ansicht. Ist es ja wohl auch ziemlich allgemein als naturgemäß anerkannt, daß der Schüler, wo es irgend thunlich, zuvörderst zur Wahrnahme und richtigen Auffassung der Erscheinung selbst geleitet werde, und zwar so, wie entweder die Natur selbst unmittelbar oder der angestellte Versuch selbige giebt. Erst dann, wenn dies geschehen, folge die Entwickelung der Erscheinung zum möglichen Schauen des Innern derselben von Seiten des Schülers, und darauf zuletzt das Nachsuchen des (oder doch eines) ursachlichen Zusammenhangs zwischen Erscheinung und bekannten Naturgesetzen und Kräften.

Möchte das Buch auch in dieser veränderten Gestalt als verbessert erkannt werden und seine Freunde finden!

Tondern, im Februar 1842.

Der Verfasser.

Inhalt.

Erste Stufe,

auf welcher die leichter zu verdeutlichenden und zu erklärenden Natur-Eigenschaften und Erscheinungen der Jugend vorgeführt werden.

A.

Von den Körpern und deren Eigenschaften überhaupt.

§.		Seite
1	Körper. Undurchdringlichkeit derselben	1
2	Körper haben Zwischenräume — sind dicht oder locker, hart oder weich	4
3	Körper sind theilbar — fest oder flüssig. Cohäsion derselben .	6
4	Beweglichkeit und Trägheit der Körper	9
5	Erscheinungen in Folge des Beharrungsvermögens der Körper.	11
6	Schwere der Körper	15
7	Elasticität — —; spröde und zähe Körper	18

B.

Von einigen Gegenständen der Natur insbesondere.

8	Eigenschaften der Luft	22
9	Wind — dessen Entstehen und Nutzen	26
10	Schall — Wind und Schall verglichen	30
11	Das Wasser, verglichen mit der Luft. Tropfbar- und ausdehnbarflüssige Körper	35
12	Wärme, Kälte, Hitze. Gebundene und freie Wärme . .	39
13	Wie wird die Wärme frei? — Wärmeleiter . . .	43
14	Wirkung der Wärme	47
15	Schmelzen, Verdampfen, Verdünsten und Uebergang der Körper aus dem mehr flüssigen in — den festen Zustand . .	50
16	Nebel. Wolken. Regen. — Ursachen und Nutzen. — Höhenrauch	56
17	Thau und dessen Nutzen. Honig- und Mehlthau. Schwitzen der Fenster. Der sichtbare Hauch. Das Rauchen der Seen, Flüsse	60
18	Eis. Frost- und Thau-Wetter. Andere Erscheinungen .	63

§. Seite
19 Reif. Rauhreif. Schnee. Glatteis. Ausschlagen der Wände bei Thauwetter 66
20 Licht und Schatten 69
21 Leuchtende und dunkle Körper. Licht und Feuer. Nutzen . 73
22 Magnet und magnetische Kraft 76
23 Electricität und deren Wirkungen 80
24 Flüssige Materien. Electricität mit Wasser, Luft und Wärme verglichen. Gewitter. 85
25 Fragen in Bezug auf das Gewitter (auch Hagel) . . 90
26 Einschlagen des Blitzes. Tauber und kalter Schlag. Blitzableiter. Meerlichtchen. Gefahr beim Gewitter . . . 94
27 Vorsicht beim Gewitter. Nutzen desselben und der Electricität überhaupt 98

C.

Das Faßlichste von dem Weltgebäude.

28 Horizont. Weltgegenden. Scheinbare Bewegung der Weltkörper 101
29 Fortsetzung. Himmels- und Erdpole. Himmels- und Erdaxe. Parallelkreise. Aequator. Culminationspunkte. Meridiane. Fixsterne und Planeten 107
30 Die Weltkörper mit einander verglichen in Ansehung ihrer Bewegung um sich selbst 114
31 Bewegung der Erde um die Sonne, so wie der übrigen Planeten. Gestalt ihrer Bewegungsbahnen. Haupt- und Nebenplaneten. Fixsterne 119
32 Mondswechsel. Periodischer und synodischer Monat . 124
33 Mond- und Sonnenfinsterniß 128
34 Gestalt der Erde 131
35 Größe der Erde, der Sonne, des Mondes. Beider letztern Entfernung von uns 137

Zweite Stufe,

auf welcher zum Theil neue Naturgegenstände beachtet, zum Theil auch schon vorgekommene Erklärungen tiefer begründet werden.

A.

Einleitung, welche Resultat des auf der ersten Stufe Gelernten ist.

36 Naturerscheinungen. Naturlehre. Erklärung der Naturerscheinungen. Hypothesen 141
37 Nutzen des Unterrichts in der Naturlehre. . . . 146

B.

Erweiterte und tiefer begründete Darstellung der Naturlehre im Ganzen.

§.		Seite
38	Ausdehnung, Gestalt, Porosität, Zusammendrückbarkeit der Körper	152
39	Cohäsion. Adhäsion. Attraction. Gravitation	158
40	Weitere Beobachtungen und Versuche in Bezug auf Cohäsion, Adhäsion und Attraction. — Haarröhrchen und Haarröhrchenkraft	164
41	Chemische und mechanische Wirkungen. Gemisch und Gemenge. Chemie. Scheidungsmittel. Auflösungsmittel	171
42	Scheidung auf nassem und trockenem Wege. Aneignungsmittel. Niederschlag —. Wahlverwandtschaft. Crystallisation. Bestandtheile. Chemische und mechanische Theilung. Elemente	178
43	Bewegung und deren Geschwindigkeit. Fall der Körper und Gesetz des freien Falles. Schwere und Gewicht. Absolutes und specifisches Gewicht	186
44	Bewegungsmoment. Diagonal-Richtung und Kraft. Widerstand der Luft. Centralbewegung. Tangential- und Centripetalkraft. Centrifugalkraft. Centralkräfte. Ellipsenbahn. Einfluß der Schwerkraft der Erde auf den Mond	197
45	Schwerpunkt. Directionslinie der Schwere. Unterstützungsraum eines Körpers. Verschiedene Folgerungen, auch mit Rücksicht auf Erde und Mond	213
46	Hebel, Rolle, schiefe Ebene, Keil und Schraube	221
47	Gleichgewicht tropfbarer Flüssigkeiten. Hydrostatik. Erscheinungen in Bezug darauf. Artesischer Brunnen. Quellen und deren Ursprung. Verschiedenheit des Quellwassers	236
48	Bäche, Flüsse (verschiedener Art) und Ströme. Deren Bette, Gefälle der Flüsse. Wasserfall. Flußmündung. Fluß- und Stromgebiet. Sandbänke. Unterirdische Ueberbleibsel. Seen. Das Meer. Wellen. Brandungen	250
49	Ebbe und Fluth	258
50	Strömungen — in Meeren, Meerengen, Flüssen. Wasserwirbel und Strudel. Malstrom. Salzigkeit, Farbe, Klarheit und Leuchten des Meerwassers	268
51	Meeresgrund verglichen mit der Landoberfläche der Erde. Nutzen der Berge und der Meerestiefe	278
52	Atmosphäre und atmosphärische Luft. Größe des Luftdruckes auf den Menschenkörper und jeden bestimmten Flächenraum. Galilei und Torricelli. Barometer, als Wetterglas, als Höhenmesser. Stärke des Luftdrucks nach Verschiedenheit der Höhe. Gefäßbarometer, Heberbarometer, Reisebarometer, Wasserbarometer. Saugepumpe	284
53	Der gewöhnliche Heber. Czirknitzer See. Hungerbrunnen. Verxirbecher. Stechheber. Zaubertrichter. Bouteille —. Taucherglocke. Das Cartesianische Täucherchen. Knallbüchse. Blaserohr. Windbüchse. Heronsbrunnen —. Feuerspritzen	294
54	Luftpumpen, deren Wirkungen und Nutzen	306

§.		Seite
55	Bestandtheile der atmosphärischen Luft (Sauerstoffgas, Stickgas u. s. w.). Kohlensäure. Wasserstoffgas. Knallluft. Gasbeleuchtung. Luftbälle	314
56	Winde. Grad ihrer Stärke. Ursachen der Winde. Regelmäßige und unregelmäßige Winde. Nasse und trockene Jahreszeiten	328
57	Periodische Winde, als: Moussons und deren Wirkung, Land- und Seewinde u. s. w. Richtungen der Winde. Fremdartige Theile, welche die Winde oft mit sich führen. Bösartige Winde.	337
58	Schall. Stärke des Schalls. Sprach- und Hörrohr. Geschwindigkeit des Schalls. Echo	343
59	Temperatur der Körper. Thermometer. Pyrometer. Zurückprallung der Wärme	355
60	Verschiedene Wärmegrade beim Sieden und Verdampfen. Dampfmaschinen. Erdbeben. Vulkane. Luftvulkane. Heiße Quellen — Geyser	363
61	Geschwindigkeit der Lichtfortpflanzung. Abirrung des Lichts. Systeme über die Natur des Lichts, und — woher dessen Strahlen sich nicht verwirren. Lichtschwächung nach der Entfernung vom Anfangspunkte desselben. Warum das Mondlicht so schwach. Der Sehwinkel. Gesichtstäuschung. Stärkeres Licht vernichtet das schwächere	373
62	Reflexion des Lichts. Spiegel, ebene, hohle und erhabene .	389
63	Refraction des Lichts. Linsengläser: — Vergrößerungsgläser —. Dunkle Kammer. Kurz- und Weitsichtigkeit . . .	398
64	Bestandtheile des Lichts (Grundfarben). Sonnenspectrum. Farben an Körpern. Lichtsaugende Körper. Glänzende Naturerscheinungen, als: Abend- und Morgenröthe bis — Regenbogen	412
65	Electrisirmaschine. + E, — E und 0 E. Verstärkungsflasche der Electricität und electrische Batterie. Electroscop und Electrometer. Electrische Thiere und Steine	424
66	Nebel und Wolken. Wirbelwinde und Wasserhosen. Irrwische. Sternschnuppen, fliegende Drachen, Feuerkugeln und Meteorsteine. Hagel. Sogenannte Wunderregen. Polarscheine (Nord- und Südlichter)	436
67	Magnetnadel. Compaß. Magnetismus. Erdmagnetismus. Magnetische Axe, magnetischer Meridian. Polarität des Magnets. Declination der Magnetnadel. Inclination derselben. Pol und Aequator des Erdmagnets. Verfertigung künstlicher Magnete. Erhaltung und Erhöhung der magnetischen Kraft. Magn. Atmosphäre. Magn. Magazin. Grund der Mittheilung des Magnetismus	450
68	Galvanismus. Die Voltaische Säule. Der thierische Magnetismus	462

Erste Stufe,

auf welcher die leichter zu verdeutlichenden und zu erklärenden Natur = Eigenschaften und Erscheinungen der Jugend vorgeführt werden.

A.

Von den Körpern und deren Eigenschaften überhaupt.

§. 1.

Körper. Undurchdringlichkeit derselben.

Da steht ein Tisch. Das weiß ich, weil ich ihn sehen kann. Auch im Dunkeln, wenn ich nicht sehen kann, könnte ich erfahren, daß da ein Tisch steht; ich könnte ihn fühlen — durch mein Gefühl gewahr werden. Eine Rose brauche ich nicht immer zu sehen, um sie gewahr zu werden, sondern oft nur zu riechen, und ich merke, daß sie da ist. Den Essig kann ich allerdings sehen, auch riechen; aber sicherer noch erfahre ich, daß es Essig ist, wenn ich ihn schmecke. Den Wind, der nichts anders ist, als die Luft, welche sich merklich bewegt, kann ich hören, auch wohl fühlen, aber nicht sehen. —

So können wir also vieles durch unser Gesicht, unsern Geruch u. s. w. — kurz: durch unsere Sinne, oder sinnlich wahrnehmen. Alles, was sich sinnlich wahrnehmen läßt, heißt **Körper**.

Wir wissen also nun, was ein Körper ist — was nämlich? —

Anmerk. Da die den menschlichen Sinnen unbemerkbaren Körper nicht Gegenstand der jugendlichen Beobachtung sein können: so ist die angegebene Begriffsbestimmung, als die ohnehin faßlichste, wohl hinreichend. Das Wahrnehmen-Lassen umfaßt im Grunde auch alles, da die feinen Körperchen, die nicht sinnlich wahrgenommen werden, sich doch von verhältnißmäßig scharfen Sinnen wohl wahrnehmen ließen.

Warum gehört demnach der Apfelbaum zu den Körpern? — warum die Nelke — der Duft der Rose — die Sonne — der Mond u. s. w.?

Alles in Gottes Welt, was wir mit unsern Augen sehen, mit unsern Ohren hören — gehört zu den Körpern — ist Theil der Körperwelt. Die Körperwelt, und was sich darin von Zeit zu Zeit verändert, kennen lernen, heißt einen Theil der Werke Gottes und dadurch Gott erkennen. Darum und aus andern Gründen, die ihr erst später erkennen werdet, ist es wohl der Mühe werth, auf alles, was ihr gewahr werdet, genau zu achten. Es lernen, darauf zu achten und darüber weiter nachzudenken, soll das Geschäft dieser und anderer Stunden sein, die wir besonders dazu anwenden wollen.

Hier liegt ein Buch. Soll auf der Stelle die Dintenlade stehen, so muß das Buch erst nach einer andern Stelle hin.

Da, wo dieser Stein liegt, kann nicht zugleich ein anderer Stein sein.

Dies Bierglas ist ganz voll Wasser. Jetzt lasse ich diesen Stein hineinsinken, und — ein Theil Wassers läuft heraus. Also in den Raum, wo Wasser ist, läßt sich kein Stein zugleich hineindrängen; das Wasser muß erst von dem Stein weggedrängt werden.

Buch, Dintenlade, Stein und Wasser sind Körper. Es scheint also, und so ist es wirklich:

An der Stelle, in dem Raum, wo ein Körper ist, kann nicht zugleich ein anderer Körper sein.

Das drückt man kurz so aus: der Körper ist undurchdringlich — das heißt also? —

Die Luft, welche wir als Wind durch das Gehör, auch (man mache, um es zu zeigen, mit einer Rechentafel eine schnelle Bewegung vor dem Gesicht des Schülers) durch das Gefühl gewahr werden, ist ebenfalls ein Körper. Ob sie auch undurchdringlich ist? —

Seht! da habe ich eine Flasche, die leer ist. Darauf setze ich einen Trichter. Nun gieße ich Wasser in den Trichter. Etwas Wasser läuft hindurch, und in die Flasche; aber nun hört das Wasser auf zu laufen, und die Flasche ist doch lange nicht voll. Wie geht das zu? — In der Flasche ist Luft; die kann nicht heraus kommen, und daher das Wasser nicht hinein. Nun hebe ich den Trichter ein wenig in die Höhe, und seht, das Wasser läuft aus diesem in die Flasche. Das kommt daher, daß an den Seiten zwischen dem Trichter und der Flasche nun eine Oeffnung ist, wo die Luft herausdringen kann.

Also auch da, wo Luft ist, kann nicht zugleich ein anderer Körper sein. Wie können wir die Luft daher auch nennen?

Ueberall sind wir von Luft umgeben. Wenn wir gehen oder sonst uns bewegen, so bewegen wir uns durch die Luft. Das könnten wir nicht, wenn wir die Luft nicht erst wegstießen — warum nicht? — Der Vogel könnte nicht fliegen, wenn er die Luft nicht erst wegstieße — warum nicht? —

Die Luft läßt sich leicht wegschieben. Wasser läßt sich nicht so leicht wegschieben; es leistet mehr Widerstand als die Luft. Die Wasserbewohner (Fische und andere Wasserthiere) müssen mehr Kraft gebrauchen, um sich fortzubewegen. Nach der Einrichtung ihres Körpers wird es ihnen wahrscheinlich nicht saurer, als es uns wird, die Luft wegzuschieben.

§. 2.

Körper haben Zwischenräume, und sind danach entweder dicht oder locker, hart oder weich.

Mittelst eines Hammers kann ich einen Nagel in diesen Tisch hineinschlagen. Also kann ja in den Raum, wo der Tisch ist, zugleich ein Nagel hineindringen? — Also ist der Tisch ja nicht undurchdringlich? —

Auf dies Löschpapier hier lasse ich einen Tropfen Dinte fallen; seht, die Dinte dringt in's Löschpapier ganz hinein. So sind also Löschpapier und Dinte in einerlei Raum? Wie kann das mit der Undurchdringlichkeit bestehen? —

In dieser Schüssel habe ich ein wenig Wasser. Da will ich einmal das Stück Schwamm hinein tauchen; nun ist alles Wasser da hineingedrungen und aus der Schüssel heraus. Ist denn der Schwamm nicht undurchdringlich? —

Wenn ich den Schwamm aufmerksam betrachte, so finde ich, daß viele Oeffnungen darin sind. Da kann das Wasser hineindringen, und so ist das Wasser dann nur an den Stellen, wo kein Schwamm ist.

Gewiß sind auch Oeffnungen in dem Löschpapier, wo die Dinte sich hineinzieht; nur nicht so groß, wie die in dem Schwamm, die ich so schon sehen kann.

Da habe ich ein feines Stück Holz; wenn ich das gegen den Tag hälte, so sehe ich das Helle dadurch schimmern. Wenn ich trocknes Holz in's Wasser lege, so ist es bald durch und durch naß. Es hat sich Wasser in die Oeffnungen des Holzes gezogen.

Das Holz muß also auch kleine Oeffnungen haben.

Selbst durch dünne Goldplättchen scheint Helles hindurch. Was folgt daraus? —

Wenn man Feuer in den Ofen legt, so ist in Kurzem der ganze Ofen warm. Also hat auch das Eisen Oeffnungen, wo die Wärme hindurchdringen kann.

In Blei, welches man schmelzen, in Eisen, das man glühend machen will, muß die Wärme (Hitze) hineindringen.

Welche Körper giebt es denn wohl, die sich nicht erwärmen lassen? — Wir kennen wenigstens keine.

So hat denn wohl jeder Körper (mehr oder weniger, größere oder kleinere) Oeffnungen, die man Zwischenräume nennt (welche wenigstens nicht mit der dem Körper eigenthümlichen Materie angefüllt sind).

Nun sehe ich es auch ein, wie es zugeht, daß sich ein Nagel in Holz (in den Tisch) schlagen läßt, obwohl das Holz undurchdringlich ist. Das Holz hat Zwischenräume, und so drängt der Nagel, wenn er hineingeschlagen wird, die Theile des Holzes dichter zusammen; er macht, indem er sich eine Oeffnung bahnt, in seiner Nähe die Zwischenräume des Holzes etwas enger.

Gut ist es, daß die Körper Zwischenräume haben; ohne diese würde man kein Zimmer durch einen Stubenofen erwärmen, keine Speise kochen, kein Metall schmelzen können — in wiefern nicht? — Wie hat doch Gott alles so wohl gemacht!

Im Schwamme können wir die Zwischenräume mit bloßen Augen sehen. Da müssen also größere Zwischenräume sein, als in manchen andern Körpern. Den Schwamm kann ich ohne Mühe, also leicht, zusammendrücken. Das kann ich bei dem Schnee auch, obwohl ich dessen Zwischenräume wenigstens nicht so gut sehen kann. Der Schnee muß also doch solche und so große Zwischenräume haben, daß er leicht zusammengedrückt werden kann.

In sofern ein Körper so große Zwischenräume hat, daß man diese sehen kann, nennt man ihn locker. Aber in sofern er sich leicht zusammendrücken läßt, heißt er weich.

Der Schwamm ist locker, aber auch weich. — In wiefern beides?

In diesem Stücke Holz kann ich mit bloßen Augen

gar keine Zwischenräume sehen; auch kann ich es nicht zusammendrücken. Wohl läßt es sich zusammendrücken, dazu gehört aber viele Kraft, mehr als ich in meinen Händen besitze; dies Holz hat also wohl nicht große Zwischenräume?

So ist es auch mit dem eisernen Nagel, einem Stücke Gold. —

Körper, die sich schwer zusammendrücken lassen, sind hart — harte Körper. Aber dicht heißt ein Körper, insofern er kleine Zwischenräume hat.

So ist also dicht das Gegentheil von locker, hart — von weich. In wiefern?

Nennt mir 3 Körper, die ihr zu den lockern, und 3, die ihr zu den dichten zählen möchtet, so auch 3 harte und 3 weiche.

Ein Tropfstein, (wie ihr hier sehet) ist locker, aber nicht weich; ein Teig aus feinem Mehl ist weich, aber nicht locker. — Ein Körper ist daher nicht immer beides: locker und weich.

Wann ist ein Körper dichter, als ein anderer? — wann unter mehreren der dichteste? — wann locker? — wann am lockersten?

Wann ist ein Körper weicher, als ein anderer? — wann unter mehreren am weichsten? — wann härter? — wann am härtesten?

Im Schwamm kann man die Zwischenräume mit bloßen Augen sehen; im Holz erst durch Vergrößerungsgläser, und im Stahl (dem Feuerstahl) auch dadurch nicht. — Welchen Unterschied finden wir also zwischen Körpern nach der Größe ihrer Zwischenräume? — Nennt 3 Körper von jeder dieser Arten.

§. 3.

Körper sind theilbar und entweder fest oder flüssig. Cohäsion derselben.

Diesen Augenblick schneide ich von diesem Stock etwas ab. Ich kann etwas von diesem Glase abstoßen, von dem

Stück Brod abbrechen, von dem Papier abreißen, von dem Rothstein mit dem Hammer abschlagen.

So würde ein Glas schon entzwei gehen, wenn ich es an die Erde fallen ließe. Nenne mir etwas, was entzwei gerieben — gestochen — gespaltet — gedrückt — getreten (zertreten) gequetscht (zerquetscht) werden kann.

Durch Feuer läßt sich Blei, Zinn, Kupfer — schmelzen, und dann leicht theilen.

In jedem Falle wurden die genannten Körper in mehrere kleinere Körper, die wir Theile nennen, getrennt.

Auch Wasser, was zusammen ein Ganzes ausmacht, kann ich trennen; ich kann aus einem Gefäße etwas in verschiedene andere gießen; ich kann mit einem Stock in's Wasser schlagen, und dieses so für den Augenblick trennen — ich darf nur einen Finger hineintauchen, und ich finde beim Herausziehen Tropfen daran.

So giebt es wohl keinen Körper, der sich nicht trennen oder theilen läßt, wenn er gleich so klein sein kann, daß Menschen ihn nicht einmal wahrnehmen, geschweige denn theilen können.

Daher sagt man so: jeder Körper ist theilbar. Was heißt das also? —

Mit einem Tröpfchen Dinte in einer Feder kann man einen langen feinen Strich ziehen, und diesen Strich in erstaunend viele kleine, doch sichtbare Theile theilen.

Ein paar Tropfen Flüssigkeiten von einer gewissen Farbe können einer ganzen Kanne und mehr Wasser eine Farbe geben. Es müssen sich also jene Tropfen in so weit verbreitete feine Theilchen theilen, daß jedem Punkt des Wassers etwas davon mitgetheilt wird.

Ein beträchtlich großes Zimmer läßt sich mit dem Wohlgeruch von ein paar Tropfen riechender Sachen anfüllen. Ueberall müssen also von dem Duft der Tropfen Theile hindringen. Ein wenig Moschus füllt das ganze Haus

mit seinem Geruch, ohne nur merklich an seinem Gewicht zu verlieren.

So giebt es Körper, deren Theilbarkeit bis zum Erstaunen groß ist.

In dieser Schale steht Wasser. Das theile oder durchschneide ich jetzt mit meiner Hand. Seht! im Augenblick fließt es wieder zusammen, und das thut es ganz von selbst.

Wenn ich einen Apfel entzwei schneide, so vereinigen sich die Theile nicht wieder, sondern sie bleiben getrennt.

So giebt es also Körper, die von selbst wieder zusammen fließen, wenn sie getrennt werden, und die nennt man flüssig; aber auch solche, die nach der Theilung getrennt bleiben, und das sind feste Körper.

Indem ich gehe, gehe ich durch die Luft, und muß also die Luft theilen, aber augenblicklich ist der Raum, den ich verlasse, wieder mit Luft angefüllt. Also ist die Luft ein flüssiger Körper. Um die Luft zu trennen, dazu ist noch weniger Kraft nöthig, als um das Wasser zu trennen; ich merke, indem ich gehe, fast gar keinen Widerstand von ihr. Aber wenn ich mit dieser Tafel vor deinem Gesicht schnell durch die Luft fahre, so fühlst du etwas Kaltes. Das ist die Luft, die ich schnell wegdränge, und die noch schneller wieder zusammenfließt.

Welche unter folgenden Körpern sind fest, und welche flüssig: Glas, Blei (sind diese immer fest?) Oel, Wein, Stein, Holz, Talg, Lichtflamme, Dampf —? und — warum? Nenne feste Körper, die flüssig, und flüssige, die fest werden können.

Luft läßt sich leicht theilen; Wasser weniger leicht; Holz schwerer; Eisen noch schwerer. Immer aber muß, wenn ein Körper getheilt werden soll, eine gewisse Kraft (hier mehr, da weniger) angewandt werden. Die Theile der Körper halten sich an einander fest, hängen unter sich zusammen. Diese Eigenschaft nennt man den Zusammenhang (die Cohäsion) der Körper, und die Kraft,

womit die Theile an einander sich festhalten, die Cohäsionskraft.

Bei einigen Körpern ist die Cohäsion sehr geringe (fast unmerklich), bei andern mehr und weniger groß. So hat Buchenholz zweimal so starke Cohäsion als Tannenholz; deutsches Eisen über dreimal so viel als feines Gold; schwedisches Kupfer über zwei und vierzigmal so viel als englisches Blei —.

§. 4.

Beweglichkeit und Trägheit der Körper.

Wenn die Theile, woraus ein Körper besteht, von einander getrennt werden, so bleiben diese Theile nicht auf der Stelle, wo sie vorher waren; sondern sie kommen an eine andere Stelle. Auch ganze Körper, z. B. der Tisch, das Buch — können an eine andere Stelle kommen, als die, wo sie sind; ich kann den Tisch wegschieben, wegtragen u. s. w.

Auch das größte Haus kann an eine andere Stelle kommen, als die, wo es steht; oft schon ist ein Haus niedergerissen, und anderswo wieder aufgebaut worden, und Sturmwinde haben wohl die größten Gebäude umgeweht.

So können also Körper die Stelle verlassen, wo sie sind, und indem dies geschieht, bewegen sie sich, oder werden bewegt. Darum nennt man sie auch beweglich. Was heißt das also?

Ob alle Körper beweglich sind? — Wenn Körper getheilt werden, so werden die Theile derselben bewegt. Sobald also alle Körper theilbar sind, so sind auch alle beweglich.

Der Tisch hier, ist jetzt nicht in Bewegung; denn er bleibt da, wo er ist. Das Buch, diese Dintenlade eben so.

So lange ein Körper ganz da bleibt, wo er ist, sagt man: er ist in Ruhe. — Welche Körper hier im Zimmer sind demnach gegenwärtig in Ruhe? welche in Bewegung?

Von selbst setzt sich der Tisch, die Tafel — nicht in Bewegung; man muß sie erst von ihrer Stelle wegstoßen,

wegtragen u. ſ. w. Wenn ich einen Tiſch, der in Ruhe iſt, in Bewegung ſetzen will, ſo fühle ich einen Widerſtand; — ſo leiſtet auch die Tafel, und was ſonſt in Bewegung geſetzt werden ſoll, Widerſtand. Darum muß man Kraft anwenden. Selbſt wenn ich meinen eigenen Körper, ganz oder einen Theil deſſelben, in Bewegung ſetzen will, muß ich Kraft anwenden: die Kraft zum Gehen, zum Springen, die Kraft meines Arms, meines Kopfes u. ſ. w.

Ein Knabe von 3 Jahren kann keinen Stein von 50 Pfd. bewegen; er hat nicht Kraft genug, den Widerſtand der 50 Pfd. zu überwinden. Ein erwachſener Mann kann das meiſtens wohl, weil ſeine Kraft dazu hinreichend iſt.

Das iſt es, ein Körper, der in Ruhe iſt, wird ſo lange in dieſem Zuſtande bleiben, bis eine hinreichende Kraft ihn in Bewegung ſetzt.

Wenn ich eine Kugel längs dem Eiſe werfe, ſo wird ſie lange fortrollen. Stößt ſie aber an eine Mauer, oder ſonſt irgendwo an, ſo wird die Bewegung leicht aufgehoben.

Hier wird die Bewegung geſtört durch die Kraft desjenigen Körpers, an welchen die Kugel anſtößt. Aber ſelbſt, wenn die Kugel auf dem Eiſe an nichts anſtieße, würde die Bewegung doch zuletzt aufhören. Die Kugel reibt ſich nämlich auf dem Eiſe, und die Kraft der Reibung wird die Bewegung nach und nach vermindern, und zuletzt ganz hemmen. Auch leiſtet die Luft Widerſtand, da ſie undurchdringlich iſt.

Wäre aber gar keine Kraft da, welche die Bewegung aufhöbe: ſo müßte, wie es uns vorkommt, die Bewegung immer fortdauern. Fühle ich doch ſchon Widerſtand, wenn ich einen Ball, der mir entgegen fliegt, mit der Hand auffangen will.

So ſcheint es alſo auch (und man nimmt es als ausgemacht an), daß die Bewegung eines Körpers allemal ſo lange dauert, bis eine hinreichende Kraft dieſelbe aufhebt.

Alſo zeigt jeder Körper das Beſtreben, ſo lange in

dem Zustande (der Ruhe oder Bewegung), worin er sich befindet, zu bleiben, bis eine hinreichende Kraft ihn nöthigt, seinen Zustand zu verlassen. Dieses Bestreben oder diese Eigenschaft des Körpers nennt man die Trägheit oder das Beharrungsvermögen desselben — was also?

Wo ich sehe, daß ein Körper, der vorher an einem Orte in Ruhe war, in Bewegung ist oder an einer andern Stelle sich befindet, da denke ich, daß irgend etwas, eine gewisse Kraft, ihn in Bewegung gesetzt hat, und umgekehrt.

§. 5.

Erscheinungen in Folge des Beharrungsvermögens der Körper.

Ich denke mir, ich setze eine Kegelkugel in Bewegung. Diese trifft unterweges eine hölzerne Kugel, und nun bewegen sich beide Kugeln; erstere aber nicht so geschwinde mehr, als eben vorher. Die Kraft, womit sie sich bewegte, ist vermindert worden, und das ist gerade so viel als erforderlich war, um die hölzerne Kugel in Bewegung zu setzen, d. i. soviel — um das Beharrungsvermögen derselben zu überwinden.

Angenommen, eine Kugel bewegt sich mit einer Kraft, die wir durch die Zahl **90** bezeichnen wollen, und sie trifft auf eine andere Kugel, die nur mit dem dritten Theile der Kraft ihr entgegen sich bewegt, so wird sie diese in ihrer Bewegung aufhalten, und selbst höchstens nur zwei Drittel der vorigen Kraft behalten, mit der sie selbst sich weiter bewegt und etwa die andere Kugel zur Bewegung in entgegengesetzter Richtung treibt, so daß sie nun selbst für sich nicht einmal $\frac{2}{3}$ der Bewegungskraft mehr behält. Das Beharrungsvermögen der letztgenannten Kugel konnte nicht anders überwunden werden.

So ist es auch bei einem Menschen, der z. B. **100** Pfd. tragen kann; wenn er erst **40** Pfd. trägt, so hat er, so lange er diese trägt, nur für **60** Pfd. Kraft mehr übrig.

Also eine Erscheinung in Folge des Beharrungsvermögens der Körper ist die:

Von der Kraft, womit ein ruhender Körper in Bewegung, oder ein sich bewegender in Ruhe gesetzt wird, geht so viel verloren, als erforderlich ist, das Beharrungsvermögen eines solchen Körpers zu überwinden, oder — als die Kraft des Widerstandes groß ist.

Wenn ich in einem Kahn stehe, und dieser bewegt sich vorwärts: so bewege ich mich mit. Der Kahn hat mir dann Bewegung mitgetheilt. Durch solche Mittheilung wird das Beharrungsvermögen eines Körpers überwunden.

Die Pferde theilen dem Wagen, indem sie anfangen, ihn fortzuziehen, und dadurch auch den Menschen, die auf dem Wagen sitzen, Bewegung mit.

Wenn ich einer an der Erde liegenden Kugel mit dem Fuße oder einem Stocke einen Stoß gebe: so theile ich ihr Bewegung mit.

Dieser Hammer ist nicht recht fest auf dem Stiel. Nun schlage ich ziemlich stark auf das eine Ende des Stiels, und — der Hammer sitzt fest. Wie geht das zu? — So viel ist augenscheinlich: indem ich so von oben auf den Stiel schlage, so bewegt er sich schnell nach unten. Der Hammer sitzt an dem Stiel und wenn der sich eben so tief, wie dieser, nach unten bewegte: so würde er nicht auf demselben höher hinaufrücken und fester werden. Also theilt der Stiel ihm gewiß keine, oder doch nicht genug, Bewegung mit.

Jetzt ist der Hammer wieder etwas gelöset, und ich will den Stiel auch wieder ein wenig nach unten bewegen. Nun geht der Hammer mit nach unten, und — wird nicht fester.

Da bemerke ich aber den Unterschied: Im ersten Fall bewegte sich der Stiel, weil stark darauf geschlagen wurde, geschwinder nach unten, als im letzten Fall. Darum ist

gewiß das erste Mal nicht Zeit genug gewesen, daß der Stiel dem Hammer Bewegung mittheilen konnte. Darin war es das letzte Mal anders — wie nämlich? — Es ist die Sache so: Der Schlag sollte dem Stiel, dieser dem Hammer Bewegung mittheilen. Ehe aber letzteres geschah, war das Beharrungsvermögen des Stiels schon überwunden, und daher nicht Zeit genug.

Dasselbe ergiebt sich aus folgendem Beispiele. Hier habe ich ein Brett, worin bis ungefähr auf die Hälfte ein Nagel steckt. Nun will ich von der andern Seite stark auf das Brett schlagen, und (indem es geschieht) der Nagel geht tiefer in's Holz hinein.

Auch hier war die Zeit zu kurz, als daß das Brett dem Nagel Bewegung mittheilen konnte.

Also ist ferner Folge:

Soll ein Körper dem andern Bewegung mittheilen, so wird dazu so viel Zeit erfordert, daß das Beharrungsvermögen des letztern überwunden werden kann.

Auf diesem Buche liegt mein Federmesser. Das Buch schiebe ich vorwärts, und das Federmesser folgt mit, weil ihm vom Buche Bewegung mitgetheilt wird.

Das will ich noch einmal versuchen. — Nun geht das Buch vorwärts, und das Federmesser kommt nicht mit, sondern fällt nieder.

Diesmal ist die Bewegung zu geschwinde, und daher wohl Zeit genug, dem Buche, nicht aber, um durch dieses erst noch dem Federmesser Bewegung mitzutheilen.

Auf dieses Brett will ich eine Kugel legen. Indem ich es langsam fortschiebe, kommt die Kugel mit vorwärts, warum? — Nun ich es geschwinder fortstoße, bleibt die Kugel zurück, und fällt vom Brett — warum?

Ein Mensch steht aufrecht auf einem stillstehenden Wagen. Plötzlich und ohne daß er es merkt, wird der Wagen fortgezogen, und der Mensch fällt zurück. Woher das? —

Wohl dem untern, nicht aber dem obern Theil des menschlichen Körpers (dazu ist nicht Zeit genug) wird Bewegung mitgetheilt. Daher bleibt letzterer zurück, indem der erstere vorwärts kommt. Also muß der obere nicht länger unterstützte Theil vermöge seiner Schwere fallen.

Anmerk. Mehr Beispiele geben: eine glatte Platte, worauf Sand liegt —; ein Pfeifenstiel, der quer über zwei andern oder auf Haaren liegt, und worauf ein starker Schlag geschieht, so daß jener entzwei geht, diese aber ganz bleiben. —

Es läßt sich ein Brett aufrecht so hinstellen, daß man es mit geringer Kraft umstoßen kann. Wird aus einem Gewehr eine Kugel dagegen geschossen, so wird es durchbohrt, und bleibt gar ganz unbewegt. Doch tritt in diesem Fall eine viel größere Kraft dagegen, als die, womit es umgestoßen werden kann. Es wird ja gar an der Stelle, wo die Kugel es trifft, die Cohäsion des Holzes dadurch vernichtet. Wie erklärt sich dieses? —

Schrot gegen ein Fenster geschossen, macht bloß so kleine Oeffnungen in der Scheibe, daß er hindurchfliegen kann; mit der Hand dagegen geworfen, zerbricht er ganze Scheiben. Woher das? —

Eine an einem Faden hängende Bombe kann man in Bewegung setzen, wenn man an einem daran befestigten dünnen Faden langsam zieht; aber zieht man schnell, so zerreißt der Faden, und die Bombe wird nicht bewegt. Wie geht es zu?

So auch geht es zu, daß, wenn die Pferde einen Wagen schnell anziehen, die Stricke zerreißen.

Eine Degenklinge, mit großer Schnelligkeit auf das Wasser geschlagen, zerspringt; langsam — dringt sie in das Wasser hinein. Wasser hat sehr wenig Cohäsion; warum denn in jenem Falle nicht? —

Aber nun will ich nochmals das Brett mit der kleinen Kugel langsam fortschieben, so daß die Kugel still liegen bleibt und mitkommt. — Jetzt aber, nun ich das Brett

auf einmal still halte, läuft die Kugel vorwärts und sogar vom Brette ab. Wie geht das zu? — Die Kugel war mit in Bewegung, und diese Bewegung setzte sie vermöge der Trägheit noch fort, da wohl Zeit war, das Beharrungsvermögen des Brettes, nicht aber so viel, das der Kugel zu überwinden.

Woher kommt es demnach, daß ein Mensch, der während einer nicht ganz langsamen Fahrt in einem Kahn oder auf einem Wagen steht, leicht vorwärts fällt, wenn der Kahn oder Wagen auf einmal still steht? —

Wenn ein Mensch einen starken Zulauf nimmt, um über einen Graben zu springen, und er entschließt sich kurz vor dem Graben, nicht zu springen, so muß er dennoch wirklich springen, oder er läuft wider Willen in den Graben hinein. Woher das? — Der Mensch kann durch den Einfluß seines Willens auf seinen Körper das Beharrungsvermögen des letztern, wenn derselbe in Bewegung ist, überwinden, aber er muß dazu die gehörige Zeit haben, die hier fehlte. Geht er aber langsam auf den Graben los, so kann er wohl zur rechten Zeit in Stillstand kommen.

Also:

Soll das Beharrungsvermögen eines Körpers, der in Bewegung ist, überwunden und der Körper in Ruhe gebracht werden, so bedarf es dazu einer hinreichenden Zeit, und das um so mehr, je stärker die Bewegung ist.

§. 6.

Schwere der Körper.

Hier habe ich einen Stein in der Hand. Lasse ich ihn los, so fällt er oder bewegt sich zur Erde, also nicht nach der Sonne oder dem Monde oder den Wolken.

Die Landkarte, welche da an der Wand hängt, würde auch zur Erde fallen, wenn der Nagel sie nicht hielte.

Wenn ich einen Stein in die Höhe werfe, und dann

das Beharrungsvermögen allein wirkte, so würde er beständig nach oben sich bewegen, nun aber bewegt er sich nur eine kleine Zeit in die Höhe, und fängt dann wieder an, zur Erde zu sinken.

So geht's mit allen Körpern der Erde, die wir kennen, sie haben ein Bestreben, sich nach der Erde hin zu bewegen, wenn sie etwas davon entfernt sind; sobald sie aber bis an die Erde gekommen sind, so ruhen sie. Die Erde hält ihre Bewegung auf. Wäre die Erde also nicht da, oder wäre eine Oeffnung durch dieselbe, so würde die Bewegung (das Fallen) fortdauern. Doch hat die Erde (wovon wir uns nächstens überzeugen wollen) die Gestalt einer Kugel. Auf der andern (entgegengesetzten) Seite dieser Kugel (der Erdkugel) geht es eben so wie auf dieser Seite. Da bewegt sich auch jeder Körper, der nicht aufgehalten wird, nach der Erde, und würde auch, wenn eine Oeffnung wäre, in die Erde hineinfallen (dies durch einen Globus oder sonst eine vorgehaltene Kugel anschaulich gemacht), und so würden, wenn ein Loch ganz durch die Erde ginge, zwei von entgegengesetzten Seiten fallende Körper sich begegnen. Da denkt man sich denn, daß das Fallen bis zum Mittelpunkt der Erde fortgehen und da aufhören würde.

Demnach hat jeder Körper ein Bestreben, sich gegen den Mittelpunkt der Erde hin zu bewegen. Dies nennt man die Schwere der Körper. Alle Körper sind schwer, haben eine Schwere — was heißt das?

Wo aber eine Bewegung gehemmt und gar neue Bewegung hervorgebracht werden soll, da muß eine Kraft sein, welche die Trägheit der Körper überwindet. Hier muß eine Kraft (die wir nicht sehen) sein, welche die Erdkörper nach dem Mittelpunkt der Erde hinzieht. Man nennt sie die Schwerkraft. Das Fallen der Körper wird also durch die Schwerkraft bewirkt. Alle Körper, welche hängen, sind nach der Erde hingerichtet; nie von derselben ab nach oben

hin. Das ist ein Beweis, daß jeder Körper sich nach unten drängt oder schwer ist.

Wenn ein Stein oder anderer Körper in die Höhe geworfen wird, und anfängt zu fallen, so fällt er, je näher er der Erde kommt, desto geschwinder. Also wirkt die Schwerkraft in der Nähe der Erde stärker, als weiter davon entfernt.

Das auch hat sich ergeben, so weit Menschen es haben beobachten können, daß das, was gleich weit vom Mittelpunkt der Erde entfernt ist (mag es sein auf der Erde, wo es will), auch gleich stark nach diesem Punkt hingezogen wird. Wäre nun die Erde überall mit Wasser bedeckt, welches ja leicht fortfließt, so würde das Wasser so herumfließen, daß es auf der Oberfläche überall gleich weit vom Mittelpunkt entfernt wäre. Das gäbe schon eine Kugelgestalt für die Erde, wenn sie diese noch nicht hätte.

Eine Kugel, gerade weg geschossen, würde, wenn das Beharrungsvermögen allein wirkte, immerfort geradeaus fliegen. Sie aber senkt sich allmählich zur Erde. Das macht die Schwere.

Eine Kugel, die ich längs dem Eise werfe, würde, wenn das Beharrungsvermögen derselben bloß wirkte, immer gleich geschwinde in derselben geraden Richtung sich fortbewegen. Aber das geschieht nicht; sie bewegt sich nach und nach immer langsamer, bis zuletzt die Bewegung ganz aufhört. Das geht so zu: die Schwerkraft zieht sie so dicht, wie möglich, ans Eis hinan. Daran, so wie auch an der Luft, wodurch sie sich bewegt, reibt sie sich, und so wird durch die Kraft der Reibung und den Luftwiderstand (die Luft ist undurchdringlich, und soll auch erst weggedrängt werden; sie aber leistet Widerstand) die Geschwindigkeit vermindert, und zuletzt die Bewegung ganz aufgehoben (das Beharrungsvermögen überwunden).

Daß ein Stück Holz, Blei, Eisen — auf meine Hand gelegt, auf dieselbe drückt, kommt, weil es nach der Erde und deren Mittelpunkt hingezogen wird.

Auch die Luft, welche die Erde umgiebt, wird durch ihre Schwere an derselben festgehalten, und um so fester, je näher der Erde. Daher ist sie, je weiter nach unten, auch um so dichter.

Daß die Körper gegen die Erde Schwere zeigen, ist von großer Wichtigkeit. Ein Körper, der keine solche Schwere zeigte, würde sich von der Erde verlieren, ins Weite fliegen. Das Haus, welches wir bauen, steht auf dem Erdboden fest, weil es von der Erde angezogen wird. Ohne dieses würden die Theile desselben sich trennen und verfliegen. So gäbe es ohne die Schwere kein Haus, kein einziges Gebäude. Wir selbst könnten uns auf der Erde nicht halten, wenn wir nicht schwer wären. Nichts würde ohne Schwere sich halten. Ein Theil der Erde würde sich nach dem andern von derselben losreißen, und so nach und nach die ganze Erde sich verlieren. Die Schwere ist es, die ihre Theile zusammenhält. Ohne die Schwere verlöre sich uns die Luft, die wir athmen müssen, und verlöre die Erde gewiß bald ihre Kugelgestalt (wie das?). — So offenbart sich auch hier der große Weltbaumeister in seiner uns unbegreiflichen Weisheit.

§. 7.

Elasticität der Körper. Spröde und zähe Körper.

Dieser Ball, mit Haaren ausgestopft, ist kugelrund. Nun aber, da ich ihn drücke, ist er nicht mehr kugelrund. Mit dem Drücken will ich nachlassen, und — er ist augenblicklich wieder eben so rund, wie vorher.

So haben die Haare, wenn sie zusammengedrückt werden, das Bestreben, sich wieder auszudehnen, und in die vorige Lage zu setzen.

Was ich eben jetzt in der Hand habe, ist elastisches Harz (Gummi-Elasticum). Das ziehe ich nun aus einander oder dehne es aus. Sobald ich aber aufhöre, es auszudehnen, zieht es sich wieder zusammen — seht es! Ich

kann es zusammendrücken, und sobald ich nachlasse, dehnt es sich schnell wieder aus.

So giebt es also Körper, die das Bestreben zeigen, ihre vorige Lage und Gestalt wieder anzunehmen, sobald sie (durch Ausdehnung oder Zusammendrückung) dieselbe verloren haben. Solche Körper nennt man elastisch. Sie besitzen Elasticität, Federkraft, auch Schnell- oder Springkraft nennt man es. Welche Eigenschaft der Körper nennt man so? —

Der kleine Stock hier ist ziemlich gerade. Ich biege ihn krumm, und lasse ihn darauf wieder los. Auf einmal wird er wieder gerade. In wiefern ist der also elastisch? — Indem ich ihn bog, wurde er hier unten zusammengedrückt, da oben aber ausgedehnt, und zeigte also ein Bestreben, seine vorige Gestalt wieder anzunehmen.

Auf eben diese Art zeigt eine Degenklinge Elasticität. Eine Uhrfeder (die ja von Stahl ist) kann ich der Länge nach ausziehen. Sobald ich sie aber loslasse, rollt sie sich wieder zusammen.

Wenn ich diesen Ball an die Thür werfe, so springt er wieder zurück. Wie geht es zu? — Indem er an die Thür fliegt, wird er zusammengedrückt. Augenblicklich aber strebt er, seine vorige Gestalt wieder anzunehmen; er dehnt sich schnell wieder aus, und die Kraft, womit er dies thut, stößt ihn von der Thür zurück.

Eben so fliegt auch der Läufer (eine kleine Kugel von Töpferthon zum Spiel für Kinder) wieder zurück, wenn ich ihn an die Thür werfe. Vielleicht, daß es aber nicht so sehr der Läufer ist, als die Thür, die zusammengedrückt wird, und den Läufer, indem sie an der eingedrückten Stelle sich schnell wieder ausdehnt, schnell wieder abstößt.

Wenn man einer Kugel einen hinreichend starken Stoß giebt, so bewegt sie sich gleich vorwärts. Wie erklärst du dir das?

Wenn ich eine Kugel an die ganz ebene Tafel halte,

so berührt sie dieselbe nur in Einem Punkt. Mache ich die Tafel ein wenig fettig, und werfe die Kugel stark daran, so ist die von der Kugel berührte Stelle als Kreis sichtbar, und viel größer als ein Punkt. Wie geht das zu?

Ob alle Körper elastisch sind? — Hier habe ich ein Stück feuchter Erde. Jetzt drücke ich mit einem Finger darauf. Es läßt sich zusammendrücken; aber die eingedrückte Stelle hebt sich nicht wieder, nun ich mit dem Druck nachlasse. So scheint also die feuchte Erde nicht elastisch zu sein, wenigstens nicht so viel, daß man es merken kann. Dasselbe scheint mit Wachs der Fall zu sein.

Es giebt also Körper, die wir nicht zu den elastischen rechnen können, in sofern wir wenigstens keine Elasticität bei ihnen bemerken.

Ob dennoch nicht alle Körper einen gewissen, wenn auch noch so kleinen, Grad von Elasticität besitzen sollten? — Mit Sicherheit ist das wohl etwas schwer auszumitteln. — Da habe ich einen Streifen aus Fischbein. Ich biege das eine Ende nach dem andern, lasse los, und der Streifen hat gleich wieder die vorige Gestalt. Das ist eine große Elasticität. — Nun drücke ich ihn einmal schnell, bedeutend viel stärker zusammen. Er zieht sich wohl etwas, aber doch nicht ganz zur vorigen Gestalt zurück, bleibt etwas gekrümmt. — So mit diesem dünnen Rohr: ein wenig gebogen, springt es völlig zurück; weiter gebogen, bleibt es gekrümmt, und — noch weiter und schnell gebogen, knickt es gar ein. Würde man solches Rohr oft zu einem ziemlichen Grade hin krümmen, so würde es immer krummer werden und bleiben.

Das geht aus solchen Versuchen hervor: Es darf, wenn ein Körper den ihm möglichen Grad der Elasticität zeigen soll, ein gewisses Maaß von Stärke, womit seine Gestalt verändert wird, nicht überschritten werden. Danach aber läßt sich vermuthen, daß bei Körpern, die sich unserer Wahrnahme als unelastisch zeigen, das so gerade für sie passende Maaß von Kraft, um ihre Gestalt zu verändern,

(uns unvermeidlich) überschritten, und so deren elastische Kraft unterdrückt würde. Und gesetzt denn auch, es würde dieses Maaß gerade getroffen, so gäbe das vielleicht eine so geringe Gestaltveränderung, daß wir selbige mit unsern Sinnen nicht wahrzunehmen im Stande wären.

Sonach wäre es möglich, daß es gar keinen ganz unelastischen Körper gäbe; sondern daß einige nur für unmerklich kleine auf sie wirkende Kräfte wenig oder gar nicht merklich elastisch wären.

Sobald ein Körper zusammengedrückt oder ausgedehnt oder gebogen wird, bekommen die Theile desselben eine andere Lage gegen einander. Diese Lageveränderung der Theile können einige Körper sehr merklich haben, ohne daß jene sich trennen; andere können es weniger haben, und noch andere gar nicht merklich. Die das nicht haben können, heißen spröde; die es haben können — zähe, auch wohl dehnbar, zusammendrückbar und biegsam. Wie wollen wir daher z. B. ein Stück Blei nennen, in sofern ich es um meine Hand winden kann, ohne daß es zerbricht? — wie Gold, Gummi-Elasticum? — Wohin rechnen wir demnach Glas, Thonpfeife, Schwamm, Porzellan, Pech, einen hanfenen Strick, diese Schale —?

Wenn Körper ausgedehnt werden, so werden die Theile mehr gespannt; werden sie (wie dieses Fischbein) gebogen, so wenigstens auf der obern Seite auch, und werden sie zusammengedrückt, so kommen (wie dieser Ball hier) einige Theile einander näher, andere aber (wie hier am Ball sich zeigt) weiter von einander, und diese werden auch dann mehr gespannt. Spannung können die Theile nur bis zu einem gewissen Grade haben, ehe sie sich trennen. Wird dieser Grad überschritten, so trennen sie sich. Bei einigen Körpern (wie bei Glas, Thonpfeife u. s. w.) ist schon große Spannung der Theile; daher ein wenig mehr sie schon zerbricht.

Daß Körper überhaupt elastisch sind, ist von großer

Wichtigkeit. Ohne das gäbe es keine Federuhren (namentlich keine Taschenuhren); denn die Elasticität der Hauptfeder setzt sie in Gang und erhält sie darin. Die stählernen elastischen Druckfedern in den Thür- und andern Schlössern sind für diese unentbehrliche Theile. Die Elasticität der gespannten Bogen und anderer Schieß- und Wurfmaschinen macht diese erst zu ihrem Zwecke brauchbar. Ohne die Elasticität der Luft und anderer Körper würde kein Schall entstehen, geschweige denn fortgepflanzt werden können, so daß dann der Sinn des Gehörs für uns ganz überflüssig wäre (wie wir weiter unten das einsehen werden). So hätten wir auch ohne Elasticität der Luft, der Dämpfe, des angezündeten Schießpulvers — nicht unsere Feuerspritzen, nicht unsere vielartigen Dampfmaschinen, nicht unsere Feuergewehre. — Wie das? — erkennen wir später erst. Ja, ohne diese Eigenschaft gäbe es kein Zurückprallen der Körper, auch nicht des Lichtes, und keinen nicht selbstleuchtenden Gegenstand würden wir durch das Gesicht erkennen.

B.

Von einigen Gegenständen der Natur insbesondere.

§. 8.

Eigenschaften der Luft.

Wenn ich die Hand oder dies Buch ein wenig schnell gegen das Licht bewege, so fühle ich etwas Kaltes gegen das Gesicht stoßen. Das ist Luft. Ueberall, wo wir sind, ganz um unsere Erde herum, ist Luft. Wenn wir gehen, so gehen wir durch die Luft. Jede Bewegung mit der Hand geschieht durch die Luft. Diese muß dann allemal erst getheilt, gespaltet oder aus der Stelle getrieben werden, und das geht so leicht, daß wir es gar nicht merken. Auch fließt nach den Stellen, wo auf jene Art die Luft weggetrie-

ben ist, sogleich wieder Luft hin; die Luft ist ein flüssiger Körper.

Wenn ich nach der Wand hinsehe, so sehe ich nichts von dem, was draußen ist. Sehe ich aber nach dem Fenster, so sehe ich auch das benachbarte Haus, den Garten u. s. w. Das kommt, weil das Fenster durchsichtig ist. Durchs Fenster sehe ich nicht allemal, wenn ich etwas Entferntes wahrnehme; aber durch die Luft muß ich immer sehen (warum?). Also ist die Luft durchsichtig.

Daß die Luft auch undurchdringlich ist, was kennen wir davon für Beweise? (s. oben §. 1.) Wenn ein umgekehrtes Bierglas ins Wasser gedrückt wird, so dringt, so lange Luft im Glase ist, das Wasser nicht ganz hinein. Von welcher Eigenschaft der Luft giebt dies einen Beweis? —

Hier habe ich eine halbe leere Wallnußschale, worin ein Lichtchen brennt. Das lasse ich auf dem Wasser in diesem Eimer schwimmen. Darüber decke ich dieses umgekehrte Trinkglas, und drücke es damit bis an den Boden des Eimers. Sieh! das Lichtchen brennt unter dem Wasser fort. Wie hängt das mit der Undurchdringlichkeit der Luft zusammen? —

Wenn ich eine mit Luft angefüllte Blase zusammendrücke, und darauf mit dem Druck nachlasse: so dehnt sich die Luft wieder aus, und die Blase nimmt die vorige Gestalt wieder an.

Das Streben finden wir überall bei der Luft, daß sie, sobald sie zusammengedrückt wird, sich wieder auszudehnen und den vorigen Raum wieder einzunehmen sucht. Sie ist also elastisch.

Wir kennen alle die Einrichtung der kleinen Knallbüchsen, womit die Kinder zuweilen spielen. Wenn die Röhre einer solchen an einem Ende mit einem nassen Pfropfen von Heede oder Papier verstopft ist, so darf man am andern Ende nur einen zweiten Pfropf stark und schnell hinein stoßen, und es fliegt jener mit einem Knall heraus. Das ge-

schieht eher, ehe der zweite Pfropf den ersten berührt. Woher kommt das? — Es wird die Luft in der Röhre schnell zusammengedrückt. Daher strebt sie auch, sich schnell wieder auszudehnen, weil sie elastisch ist, und daher drängt sie den Pfropfen schnell, mit einem Knall heraus. Weil sie undurchdringlich ist, so kann der zweite Pfropf nicht durch sie hindurch und so weit kommen, daß er den ersten berührt.

Wenn ein Sack mit Wolle eine Zeitlang gelegen hat, so ist die untere Wolle weit dichter, als die obere im Sack. Das kommt, weil die Wolle schwer ist (was heißt das?) und daher die obere auf die untere drückt.

So findet man auch, daß je tiefer (wie in Höhlen, Thälern —), die Luft desto dichter, und je höher (wie auf hohen Bergen), sie desto dünner ist. Auf sehr hohen Bergen ist die Luft schon so dünne, daß der Mensch kaum athmen kann. Woher kommt das alles? — Gewiß auch daher, daß die Luft schwer ist, und also ein Bestreben gegen den Mittelpunkt der Erde hin hat; denn wenn das ist, so drückt die obere Luft auf die untere, und daher muß diese dichter sein. Die Luft hat demnach auch Schwere — ist schwer. Wenn z. B. eine hohle, luftleere metallne Kugel weniger wiegt, als eine mit Luft angefüllte, zumal wenn die Luft noch zusammengepreßt ist: so muß die Luft doch wohl schwer sein.

Die Luft umgiebt die Erde und bleibt bei der Erde. Es muß also etwas sein, was sie zur Erde hinzieht. Das ist eben ihre Schwere gegen die Erde.

Je näher der Erde, desto dichter ist die Luft, und je weiter entfernt, desto dünner. Die Schwere derselben gegen die Erde macht diesen Unterschied. Wie dünn müßte die Luft sein, wenn sie nicht durch die Schwere so dicht zusammengehalten würde! Wohl merkt man, daß sie, wenn nichts sie daran hindert, sich von selbst ausdehnt; nicht aber, daß sie ein Bestreben hat, sich von selbst zusammen zu ziehen. Es geht ihre Elasticität demnach bloß dahin, sich

auszudehnen. Ausdehnsam oder elastisch-flüssig nennt man daher die Luft.

Jetzt tauche ich den Kopf dieser thönernen Pfeife ins Wasser, so daß er mit Wasser gefüllt wird, und nun ich die Spitze nach unten halte — läuft das Wasser durch die Röhre heraus. Noch einmal will ich den Pfeifenkopf so füllen, dann aber dessen Oeffnung mit der flachen Hand fest zudecken. Seht, nun läuft unten kein Wasser aus der Röhre. Jetzt nehme ich die Hand oben weg, und das Wasser läuft unten heraus. Wie geht's zu? — Sobald die Pfeife auf beiden Enden offen ist, so drückt die Luft unten nicht stärker gegen das Wasser, als oben. Luftdruck gegen Luftdruck hebt sich und die Schwere wirkt allein. Daher dringt das Wasser vermöge seiner Schwere nach unten, und aus der Pfeifenröhre heraus. Halte ich aber die Hand auf die Oeffnung des Pfeifenkopfs, so wirkt die Luft bloß von unten gegen das Wasser, und vermöge ihrer Undurchdringlichkeit, Elasticität, und Schwere so stark, daß die Schwere des Wassers den Gegendruck der Luft nicht überwinden, und das Wasser daher nicht herauslaufen kann. Der Luftdruck ist stärker als des Wassers Schwere gegen die Erde.

Das Bier in einer damit gefüllten Tonne läuft sehr langsam oder gar nicht aus dem geöffneten Hähnchen, wenn das Spündchen oben nicht geöffnet oder gelüftet ist — warum? Ist dies geöffnet, so läuft das Bier schnell heraus — warum?

Ueber dieses Bierglas voll Wasser lege ich ein Blatt Papier. Darüber decke ich meine Hand, und so kehre ich das Glas um. Seht, es sitzt das Papier fest, und kein Wasser läuft heraus. Woher das? (Die Eigenschaften der Luft wiederholt.)

Wenn eine Röhre an einem Ende dicht und am andern offen, luftleer gemacht ist, so steigt, wenn das offene Ende ins Wasser gestellt, und die Röhre noch so lang ist, das

Wasser darin gegen 32 Fuß in die Höhe (das kann eine Röhre sein, wie die Pumpe eines unserer Brunnen). Nun haben Untersuchungen gelehrt, daß die Luft in der Nähe der Erde ungefähr 800 mal so leicht ist, wie das Wasser. Wie kann sie denn das Wasser, sobald oben nichts entgegen drückt, gegen 32 Fuß in die Höhe drücken? — Denken wir uns denn einmal eine Luftsäule von dem Umfang der Wassersäule, die sie 32 Fuß hoch erhalten kann, — wie hoch die ist, das weiß noch keiner genau. Wäre die Luft derselben überall so dicht, wie in der Nähe der Erde; so brauchte sie nur 800mal 32 Fuß hoch zu sein. Aber ihre Dichtigkeit nimmt, je weiter nach oben, desto mehr ab. Daher muß die Luftsäule viel höher sein. — In welcher Eigenschaft der Luft hat jedoch diese Erscheinung ihren Grund? — wie das? —

Queckfilber (das ist euch bekannt) ist 13 bis 14 mal so schwer als Wasser. Wie hoch wird daher Queckfilber in einer passenden Röhre von der Luft nur gehoben werden können? — Solche Queckfilberröhren hat man gewöhnlich von Glas nach Art unserer Wettergläser (die wir später genauer kennen lernen wollen). Mit diesen hat man es auf hohen Bergen, haben es Menschen, die im Luftschiff aufgestiegen sind, in der Höhe auch versucht, und gefunden, daß, je höher, das Queckfilber um so niedriger steht. Wovon giebt uns das einen Beweis? —

§. 9.

Wind und seine Entstehung, und Nutzen desselben.

Ich denke mir zwei durch einen Damm getrennte Wassergraben. In dem einen rechts steht das Wasser höher, als in dem andern links. Würde ich nun den Damm durchstechen, so würde aus dem Graben rechts in den zur Linken Wasser laufen, bis es in beiden Graben gleich hoch wäre. Sobald das Wasser in zwei solchen Graben gleich hoch ist, läuft aus dem einen nichts in den andern über; denn in

dem Fall steht das Wasser (wie man es nennt) im Gleichgewicht.

Wie das Wasser, könnte die Luft vielleicht auch das Gleichgewicht verlieren. Wasser hat es verloren, wenn es an einer Stelle höher steht, als an der andern; die Höhe der Luft ist von uns nicht wahrzunehmen. Danach könnten wir also nicht erkennen, wie es um deren Gleichgewicht steht. Die Luft aber ist ausdehnsam, und kann in einer Gegend an der Erde dünner sein, als in der andern. Die dichtere Luft aber drückt doch wohl, wie es scheint, stärker gegen die dünnere, als diese gegen jene. Die dünnere muß dann entweder weichen, oder sie wird durch die dichtere zusammengepreßt. Auf jeden Fall bewegt sich dann die dichtere nach der Gegend der dünneren Luft so lange, bis sie an beiden Stellen gleich dicht ist; erst dann wird sie in Ruhe kommen.

Da nun immer etwas sich durch die Luft bewegt (jede Bewegung in unserer Welt geschieht ja durch die Luft), so wird das Gleichgewicht der Luft auch jeden Augenblick in etwas aufgehoben. Um dies wieder herzustellen, wird also jeden Augenblick auch die Luft in Bewegung sein. Wir merken aber lange nicht immer eine Bewegung der Luft, weil sie nicht allemal bis zur Merklichkeit stark ist. Erst wenn wir diese Bewegung merken (fühlen oder hören) können, nennen wir sie Wind. Worin besteht also der Wind? Wann entsteht er?

Es ist selten, daß auf freiem Felde nicht etwas von einer Luftbewegung (einem Luftzuge) zu merken sein sollte, weil ein völliges Gleichgewicht in der Luft wohl fast gar nicht Statt findet. Aber zuweilen ist das Gleichgewicht in einem sehr hohen Grade aufgehoben (die Luft in einer Gegend sehr viel dünner, als in der andern). Dann muß die Luftbewegung (der Wind) auch viel stärker sein. Wäre der Fall des Wassers, wenn es an der einen Stelle sehr viel niedriger stände, als an der andern, doch auch sehr viel stärker, als bei geringem Unterschied des Wasserstandes.

Woher es doch wohl kommt, daß das Gleichgewicht der Luft so sehr aufgehoben werden kann, daß starke Winde entstehen? — Hier muß ich euch sagen, daß dies aus vielen Ursachen herrührt und herrühren kann. Aber auf eine dieser Ursachen kann ich euch heute erst aufmerksam machen. Mehrere, die nicht so leicht für euch einzusehen sind, werdet ihr nächstens kennen lernen. —

Wenn ich eine mit Luft angefüllte Blase über einen warmen Ofen hänge, so wird sie sich bald mehr ausdehnen und vergrößern. Die Luft in derselben ist es, die sich ausdehnt oder verdünnt, und dies rührt von der Wärme des Ofens her. Sobald ich aber die Blase wieder an einen kalten Ort bringe, so wird sie bald merklich kleiner. Es muß also die Luft in derselben von der Kälte zusammengezogen oder verdichtet werden.

Dadurch nun, daß in einer Gegend die Luft verdünnt wird, indem in der benachbarten Gegend das nicht geschieht, oder sie sich sogar verdichtet, entsteht ja Wind. Also ist Eine Ursache des Windes gewiß: eine größere Wärme in der einen, und eine geringere in der andern Gegend oder: Wärme hier und Kälte dort. —

Wenn aber die Luft in der Blase sehr verdünnt ist, und wir halten diese in der Hand fest, so wird selbige doch nicht eher von der äußern dichten Luft zusammengedrückt, ehe die Luft darin abgekühlt ist; auch merkt man keinen Wind. Es muß also wohl die innere erwärmte Luft eben so stark gegen die äußere dichtere drücken, als diese gegen jene. Wenn aber die freie Luft einer Stelle mehr erwärmt wird, als die an der benachbarten Stelle, so entsteht gleich mehr oder weniger Wind, wie wir das bei einer Feuersbrunst allemal merken können. Woher das? — Die erwärmte Luft ist nicht allein dünner, sondern auch leichter als die benachbarte, und wird daher von dieser nicht eben zusammengedrückt, sondern weggedrängt, meistens in die Höhe (es steigt ja auch der leichtere Rauch in der Luft

in die Höhe). Das geschieht um so schneller, je leichter (also dünner) sie ist, und danach bewegt sich auch die dichtere schneller und stärker in die Stelle der dünnern (ein stärkerer Luftzug oder Wind). Ist es an dieser Stelle noch immer warm oder gar heiß, so wird die dahin gezogene Luft gleich auch verdünnt (wie bei der Feuersbrunst), und — der Wind dauert fort. — Bei der erwärmten Luft in der Blase war es anders, diese konnte nicht aufsteigen, dazu machte die Blase selbst, wenn ich sie auch nicht festgehalten hätte, sie noch zu schwer. Zusammendrücken konnte die äußere Luft sie auch nicht; denn die innere drückte eben so stark entgegen, sie war eben so ausdehnsam. — Sonach scheint sich zu ergeben:

Wäre überall die Luft, die in gleicher Entfernung von der Erde ist, immer von gleicher Dichtigkeit und Ausdehnsamkeit, so würde gar kein Wind sein.

Gesetzt, am Ufer eines Meeres wäre die Landgegend sehr trocken, sandig, und die Sonne schiene erwärmend dahin, dann würde über dem Lande es viel wärmer werden, als über dem Meere. Woher würde der Wind dann wehen? Warum? —

Angenommen, eine Landgegend von ziemlicher Ausdehnung würde von der Sonne bedeutend stark erwärmt; die rund herum liegende Gegend aber lange nicht so sehr oder fast gar nicht; dann würde von allen Seiten die Luft dahin strömen. Diese würde schnell, wie in Einem Mittelpunkt zusammenstoßen, und wegen ihrer Elasticität theils in die Höhe fahren, theils zurückprallen, und zwar letzteres nach allen Richtungen hin gegen die heranströmende Luft an. — Das gäbe leicht einen sehr starken Wirbelwind. — Doch über dieses alles folgt unten mehr. —

Ob es gut ist, daß die Luft sich bewegt, und zuweilen recht stark bewegt? — Gut ist es; der Wind ist von unbeschreiblich großem und sehr mannigfaltigem Nutzen. Aber auch diesen kann ich euch noch nicht völlig, so weit ich selbst

ihn kenne, begreiflich machen, weil ihr, um mich da ganz zu verstehen, einiges Andere erst kennen müßt, was ich euch noch nicht gleich vortragen kann. Daher nur folgendes:

Ohne Wind gäbe es keine Mühlen, die vom Winde getrieben werden, wenigstens könnte von solchen Mühlen kein Gebrauch gemacht werden.

Der größte Theil von unserer Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt. Nach vielen Ländern können wir nicht anders kommen, als über Wasser zu Schiffe. Die Schiffe aber werden (auch jetzt noch die meisten) vom Winde getrieben. Ohne die Schifffahrt kennten die Menschen lange nicht all die Länder der Erde und ihre Bewohner, die sie jetzt kennen. Also hätten wir auch dann alle die schönen Sachen nicht, die aus fremden Ländern zu uns gekommen sind, z. B. die Kartoffeln, das oft einzige Nahrungsmittel so vieler armen Leute. Die Schifffahrt aber bedeutete auch jetzt noch nicht viel ohne Wind. Also ist auch dies ein wichtiger Nutzen des Windes — welches nämlich?

Wenn im Sommer die Sonne hell scheint, und kein Lüftchen sich regt: so ist es sehr, auf dem Felde oft unausstehlich, warm. Entsteht dann ein Wind, so kühlt er die warme Luft ab, und das ist von großer Wichtigkeit. Auch umgekehrt: wenn es sehr kalt ist, so entsteht oft ein wärmerer Wind, und dadurch wird die Kälte merklich vermindert.

§. 10.

Vorläufige Vorstellung von dem Schall. Wind verschieden von der Fortpflanzung des Schalles durch die Luft.

Erfahret nun den fernern Nutzen der Luft. — Was ich so eben zu euch sage, vernehmt ihr durch euer Gehör. So auch den Schall einer Glocke, den Gesang der Vögel, die angenehme Musik — so jeden Ton oder Laut. Ob hier die Luft besonders ihre Dienste leistet? — Die Erfahrung hat's gelehrt, daß auf sehr hohen Bergen, wo die Luft sehr

dünn ist, der Mensch lange so gut nicht hört, wie da, wo die Luft dichter ist. Ein Deutscher hat eine Maschine erfunden, welche Luftpumpe heißt. Durch diese kann man einen Raum fast ganz luftleer machen, und auf die Art hat man erfahren, daß im luftleeren Raum sich ein Schall (wenn auch erregen läßt, doch) nicht merklich fortpflanzt. So ist also die Luft ein Mittel zur Fortpflanzung des Schalles.

Ob die Luft das einzige Mittel ist, den Schall fortzupflanzen? — Wenn jemand sein Ohr an das eine Ende eines langen Balkens legt, und ein Anderer schabt oder reibt, wenn auch nur mit der Hand, das andere Ende desselben, so hört jener das Reiben sehr deutlich, und viel deutlicher, als wenn er der Stelle, wo gerieben wird, sonst ganz nahe ist.

So hört man auch in bedeutender Entfernung die Hufstritte der Pferde, fahrende Wagen und sonstiges Geräusch, wenn man das Ohr an die Erde legt, was man alles sonst entweder gar nicht oder nur schwach hören kann.

Nach diesen Beispielen pflanzen hölzerne Balken der Länge nach und die Erde den Schall besser fort, als die Luft.

Aber bis zum Innern des Ohrs gehen doch Balken und Erdoberfläche nicht. Da muß der Schall doch noch erst, wenn auch auf eine noch so kurze Strecke in die Luft übergehen und so in's Ohr.

Wenn wir indeß einmal unser Ohr verstopfen, so daß wir nichts hören können, und nehmen das eine Ende eines Eisen- oder Messingdraths zwischen die Zähne, indem wir das andere auf eine Violine legen, die gespielt wird: so hören wir die Töne. Oder: wenn man einen silbernen Löffel an die Mitte einer Schnur befestigt, und durch die beiden Enden mit den Fingern die Ohren verstopft, hierauf an den Löffel schlagen läßt, so vernimmt man den Schall weit vollständiger, als wenn er bloß durch die Luft fortgepflanzt würde.

Doch ist dieses Alles auf jeden Fall ein sehr umständ-

liches und dabei mangelhaftes Hören, so daß wir gestehen müssen: die Luft ist und bleibt für uns das wichtigste und allgemeinste Fortpflanzungsmittel für den Schall; denn wo wir auch sein mögen, überall müssen wir von Luft umgeben sein. Ohne Luft entbehrten wir auch für den Sinn des Gehörs gar zu viel: jede mündliche Belehrung und so viele Vortheile und Freuden, welche das Gehör sonst uns verschafft.

Denken wir daher, um uns eine Vorstellung davon zu machen, wie der Schall entsteht und wie wir zur Wahrnehmung desselben gelangen, vorzüglich, wenn gleich auch an andere schallende Körper, an die Luft. — Wenn die Luft so etwas bis zu unserm Ohr hinführen soll, was wir hören können, so muß sie nothwendig sich bewegen. Aber jede Luftbewegung muß doch auch wieder noch keinen Schall veranlassen; sonst müßte ein solcher schon entstehen, wenn ich den Arm auf und nieder bewege. — Merkt denn folgendes:

Wenn ich ziemlich stark auf den Tisch, an die Thür, ans Fenster, an eine Glocke — klopfe oder schlage, so werden diese Sachen erschüttert, wie wir das oft mit bloßen Augen sehen können. Sie gerathen (wie wir das nennen) in eine zitternde Bewegung. Steht dicht an einem Tisch ein anderer Tisch, oder liegt auf demselben etwas, was sich leicht bewegt (eine Marmorkugel), so merken wir daran gleich auch eine Erschütterung, die denn ist mitgetheilt worden. Dasselbe würden wir auch an einer zweiten Kugel merken, die etwa auf dem andern Tisch läge. Die Luft berührt nun jedenfalls den Tisch, die Glocke u. s. w. von allen Seiten und erstreckt sich bis zu unserm Ohr hin. Die Luft wird denn leicht auch erschüttert, erst nahe an dem Tisch, dann weiter weg, darauf noch weiter, und bis zu unserm Ohre hin, so daß wir die Erschütterung merken, d. i. den Schall, der bis dahin dann fortgepflanzt ist, hören.

Das wird vielleicht so etwas deutlicher:

Wenn ich einen Stein in ruhig stehendes Wasser werfe, so erheben sich von da aus, wo der Stein hineinfällt, kreisförmige Wellen, die sich von dem Anfangspunkt immer weiter entfernen, und so wie sie an Umfang zunehmen, selbst immer schwächer werden, bis sie zuletzt ganz verschwinden.

Auch die Luft wird (wie man glaubt), wenn ich z. B. mit den Händen zusammenschlage, mit der Peitsche knalle, in eine ähnliche wellenförmige schwingende oder zitternde Bewegung gesetzt. Diese Luftwellen oder Schwingungen entfernen sich auch von dem Anfangs- oder Mittelpunkt allmählich mehr, aber nicht bloß nach allen Seiten, sondern (da oben und unten und allenthalben Luft ist) ebenfalls nach oben und unten und allen Richtungen hin. Natürlich werden diese Luftwellen, je mehr vom Mittelpunkt entfernt, desto schwächer, und verschwinden zuletzt ganz. Treffen sie aber vor dem Verschwinden unser Ohr, so hören wir den Schall. Je stärker die Schwingungen noch sind, wenn sie in's Ohr dringen, desto stärker ist der Schall, und umgekehrt. Daher hören wir einen Schuß in der Nähe sehr stark, in der Ferne schwach, und so weit entfernt, daß die Schwingungen das Ohr nicht treffen, gar nicht. In dem Hause unsers Nachbars wird keiner hören, was wir jetzt sprechen — warum nicht? — Eine und dieselbe Rede können viele Menschen auf eben so viel verschiedenen Stellen hören. Wie ist das nun möglich?

Solche Erschütterungen oder Schwingungen müssen sich denn auch durch alle Theile jenes Balkens und der Erdoberfläche mittheilen.

Daß der Schall die Luft in Schwingungen setzt, erhellt z. B. auch daraus: daß beim Donner, bei einer losgebrannten Kanone u. s. w. die Fenster klirren, wohl das ganze Haus bebt; ob und in wiefern jenen Wasserwellen ähnlich, ist nicht ganz ausgemacht. Indeß sind Wasserwellen Wassererhöhungen und Vertiefungen und Luftwellen Luftverdichtungen und darauf folgende Verdün-

nungen. — Auch an andern schallenden Körpern merkt man die Schwingungen; den Staub auf den Glocken, auf den Claviersaiten u. s. w. sieht man auf- und niederhüpfen.

Ein Schlag auf nassen Thon wird nicht leicht gehört; aber wohl der an Stahl oder Messingplatten, an Glas, gespannte Darmsaiten —, so wie der geschickte Peitschenhieb durch die Luft. Woher das? — Der nasse Thon ist wenig elastisch; die Luft ist es sehr, die Darmsaite um so mehr, je gespannter sie ist. Für Schwingungen, die das Bestreben zeigen, die vorige Lage und Gestalt wieder herzustellen, und sonach für Schallerregung und Fortpflanzung, sind nur elastische Körper fähig. Das bestätigt auch von allen Seiten die Erfahrung. — Doch ist z. B. Federharz stark elastisch, aber für Schallerregung wohl gar nicht fähig —? Dieser ist zugleich weich. Also — auch eine gewisse Härte des festen Körpers gehört dazu; ja, feste Körper, die hart und dabei stark elastisch sind, pflanzen den Schall besser fort, als die Luft. Diese ist nicht hart, aber eine Materie, die elastisch-flüssig ist.

Das ergiebt sich demnach:

Der Schall entsteht, wenn elastische Körper in Erschütterung oder schwingende Bewegung gesetzt werden;

er wird fortgepflanzt durch Verbreitung dieser Schwingungen nach allen Richtungen hin.

Die Wasserwellen bilden Kreise aus einerlei Mittelpunkt von immer größerem Umfange und geringerer Erhöhung oder Stärke;

die Schallwellen bilden Kugeln aus einerlei Mittelpunkt, deren Umfänge immer größer, aber dabei immer schwächer werden, bis sie sich endlich ganz verlieren.

Zwischen dem Schall einer losgebrannten Flinte und dem Ton einer Flöte, oder einer Menschenstimme, oder dem Klatschen einer Peitsche findet eine große Verschiedenheit Statt (welche denn?). Ja, zwischen jeden zwei Menschenstimmen hören wir eine Verschiedenheit. Woher solche? —

Gewiß sind die Luftschwingungen, welche aus verschiedenen Ursachen entstehen, bald stark und bald schwach, bald schnell und bald langsam, bald regelmäßig und bald unregelmäßig. Daher die Verschiedenheit des Lautes.

Nun will ich zu gleicher Zeit auf zwei Stellen einen Stein in's Wasser werfen. Seht, wie die Wasserwellen an einander stoßen, wie sie da, wenn gleich nicht sich verlieren, doch schwächer werden. Auch vernehmen wir verschiedene Töne, die fast gleichzeitig in unser Ohr dringen, nicht so deutlich, als wenn ein Ton nach dem andern dahin gelangt. Wahrscheinlich kommt das (wenn auch nicht ganz allein, doch mit) daher, daß die Luftschwingungen sich begegnen und dadurch verwirren oder schwächen, oder weil die gleichzeitigen Eindrücke aufs Gehör sich da gegenseitig schwächen — der schwache gar ganz unmerklich wird.

Hören setzt Luftbewegung voraus; Wind ist Luftbewegung. Warum ist denn Wind und Schall nicht dasselbe? — Beim Winde bewegt sich die Luft aus einer Gegend in die andere, etwa wie das fortfließende Wasser. Beim Schall ist die Luft (so viel wir wissen) bloß in Schwingung (eine Verdichtung und Verdünnung) ohne Fortbewegung, wie ja bei den Wasserwellen auch bloß ein Auf- und Niederschwingen des Wassers ohne Fortfließen desselben Statt findet. Ein Wassertheil stößt an den andern; daher das Steigen und Fallen ohne Fortbewegung. So stößt beim Schall ein Lufttheil an den andern, so wie ein in Schwingung gesetzter Theil eines andern schallenden Körpers an den andern Theil desselben.

§. 11.

Das Wasser, verglichen mit der Luft. Unterscheidung zwischen tropfbar- und ausdehnbarflüssigen Körpern überhaupt.

Wasser kennen wir alle. Ich darf nur mit einem Stock in's Wasser schlagen, und es theilt sich. Dieses ge-

schieht schon, wenn ich es mit der Hand berühre. Im Augenblick aber fließt das getrennte Wasser wieder zusammen. Also ist das Wasser ein flüssiger Körper, wie die Luft.

Wenn ich mit einem Stock quer durch's Wasser fahre, so fühle ich doch mehr Widerstand, als wenn ich durch die Luft schlage. Die Luft läßt sich mit viel geringerer Kraft theilen, als das Wasser. Darum nennt man auch die Luft in einem höhern Grade flüssig, als das Wasser.

Wenn das Wasser in einem Graben, sei er auch sehr tief, rein ist, so kann man einen Stein und andere Sachen auf dem Grunde liegen sehen. So ist also das Wasser durchsichtig; von der Luft wissen wir dasselbe. Daß man nicht immer durch das Wasser hindurchsehen kann, kommt daher, daß es mit fremden Sachen vermischt, unrein, ist, und sehr selten ist es ganz rein. Ist es nicht bei Nebel oder sonst verdichteter Luft eben so? — Die Luft ist selten ganz rein, wie das Wasser.

Durch die Luft kann man sonst meilenweit wegsehen. Das würde man durch das hellste und reinste Wasser nicht können. Also muß die Luft viel durchsichtiger sein, als das Wasser.

Wenn ich ein Stück Holz in's Wasser werfe, so sinkt es nicht zu Grunde, sondern treibt oben. In der Luft fällt jedes Stück Holz bis an die Erde. Daraus, daß die Luft leichter einen Körper durch sich hindurch läßt, als das Wasser, schließt man, daß das Wasser dichter und schwerer ist, als die Luft. Freilich sinkt ein Stein, ein Stück Eisen u. s. w. auch im Wasser zu Grunde, aber lange nicht so geschwinde, als in der Luft. Es giebt auch Sachen, die in der Luft nicht zu Grunde sinken (welche z. B.?), aber bei weitem mehr, die im Wasser nicht sinken.

Die Luft ist elastisch — das Wasser auch? Wenn jemand einen glatten Stein mit geschickter Schnelle schräg gegen die Oberfläche des Wassers wirft, so hüpft er mehrmals auf über die Wasserfläche hin, ehe er sinkt. So ist das Wasser wohl elastisch. — Fische im Teiche werden durch

Rufen auf die Oberfläche gelockt. Sie hören also durch das Wasser hin. — Wasser ist elastisch, die Luft aber viel mehr — woher wissen wir es? —

Vorher haben wir noch gelernt: die Luft läßt sich in schwingende Bewegung setzen; das Wasser ja aber auch. Jetzt will ich meine Hand einmal in diese Schale mit Wasser tauchen. Seht, nun ich sie wieder herausziehe, ist sie naß. Von Luft ist meine Hand, ist alles, was ich sehe, beständig umgeben. Es wird aber nichts naß davon. So hat also Wasser das Eigene, daß es Gegenstände, die davon berührt werden (freilich nicht alle, wie wir nachher lernen) naß macht; die Luft (an und für sich) nicht so.

Wie geht es zu, daß man im Winter oft auf dem Wasser gehen, reiten, sogar fahren kann? Es ist alsdann Eis, und Eis ist ein fester Körper; denn man kann es wohl entzwei schlagen oder sonst (freilich immer mit einiger Mühe) trennen, aber als Eis fließt es nicht wieder zusammen. Im Sommer pflegt das Wasser bei uns nicht zu Eis zu werden, weil es dann zu warm ist. Also ist es die Kälte, wodurch das Wasser zu einem festen Körper wird. Dieser feste Körper (das Eis) wird durch die Wärme (ich darf nur Eis in die warme Stube nehmen) wieder flüssig. Daß auch die Luft zu einem festen Körper werden kann, hat noch kein Mensch erfahren.

Wenn die Luft nicht wäre, so könnten wir keinen Augenblick leben. Wir müssen, wenn wir leben sollen, beständig frische Luft in die Lungen hineinziehen, und die in uns verdorbene Luft wieder ausstoßen. Das nennt man athmen. Dies ist nöthig, damit die Luft unser Blut, welches beständig in Bewegung ist und dadurch warm wird, wieder abkühlt und erfrischt. Aber nicht bloß die Menschen, auch alle Thiere, so viel wir wissen, würden nicht leben können, wenn keine Luft wäre.

Die Fische und viel andere Thiere, die im Wasser leben, würden sterben, wenn sie nicht im Wasser wären. Auch

für uns Menschen und die Thiere, die auf dem Lande leben, ist das Wasser unentbehrlich. Das Wasser trinken wir; ohne Wasser würde keine Pflanze, die wir wie die Thiere nothwendig gebrauchen, gedeihen.

So ist also die Luft, wie das Wasser, für das Leben des Menschen und der Thiere unentbehrlich.

Ohne Luft könnten wir keinen Augenblick leben; ohne Wasser wäre das vielleicht eine kurze Zeit möglich.

In diesem Glase habe ich Wasser. Daraus will ich langsam einen ganz kleinen Theil herausfließen lassen. (Das geschieht am besten auf eine fettig gemachte Stelle des Tisches). Was da nun herausgekommen ist, ist ein Tropfen. Noch ein Tropfen fließt heraus, und noch einer. —

So wie das Wasser, läßt sich die Luft nicht in Tropfen zertheilen. Darum nennt man das Wasser tropfbar flüssig; die Luft nicht so. Würden wir (was wir freilich hier durch Versuche nicht deutlich machen können, was aber doch schon oft versucht ist) in einen luftleeren Raum einen ganz kleinen Theil Luft hineinbringen, so würde dieser kleine Theil sich so weit ausdehnen, daß überall in dem Raum etwas davon wäre. Also nicht in Tropfen zieht sich die Luft zusammen, wie die kleinen Wassertheile; sondern ein Bestreben, sich beständig auszudehnen, zeigt sie.

So könnten wir die Vergleichung zwischen dem Wasser und der Luft noch weiter fortsetzen; aber das würde auch, ohne manches, was ihr sonst noch erst zu lernen habt, noch nicht ganz deutlich gemacht werden können. Daher hier nur noch folgendes:

Ein wenig Luft in einen luftleeren Raum gelassen, würde sich so weit ausdehnen, daß überall hin doch etwas davon käme, und wenn der Raum auch noch so groß wäre. Deßwegen nennen wir die Luft ausdehnsam flüssig, d. i. sie hat das Bestreben, sich immer weiter auszudehnen.

Wasser in einem Gefäß der freien Luft ausgesetzt, dünstet aus, besonders stark, wenn viel Wärme dazu kommt.

Die Dünste sind auch ausdehnbar flüssig. Solche Körper giebt es viel mehr, und diese scheinen gar keine Cohäsion zu haben — was heißt das? —

Wasser zieht und hält sich gern in Tropfen zusammen, und hat in sofern Cohäsion. Tropfen sind rund, wie kleine Kugeln. Es müssen daher, wenn sich Tropfen bilden, sich die Wassertheilchen wohl von allen Seiten her nach einem mittlern Punkte hin gleich stark zusammenziehen. Bier, Milch, Oel — sind auch tropfbar flüssig. Wasser kann aber ausdehnsam flüssig werden, Bier auch — wie das? —

§. 12.

Wärme, Kälte, Gleichgewicht der Wärme, Hitze. Die Wärme ist ausdehnbar flüssig. Gebundene und freie Wärme.

Wenn ich einen Stubenofen, wo eingeheizt ist, anfühle, so werde ich sagen: er ist warm oder heiß. Im Sommer dagegen, wo nicht eingeheizt ist, werde ich den Ofen kalt finden.

Wärme, Hitze und Kälte nehmen wir durch unser Gefühl wahr. Hier nun die Frage: Wann finden wir einen Gegenstand warm, wann heiß, wann kalt?

Ich fasse z. B. einen kleinen Schlüssel, der eben von außen in die Stube geholt ist, mit der Hand, und ich werde ihn kalt finden. Wenn ich ihn eine Zeitlang in der Hand halte, so sage ich zuletzt nicht mehr, daß er kalt ist; ich werde ihn eben so warm finden, wie die Hand ist. So ist denn wohl von der Wärme meiner Hand etwas in den Schlüssel übergegangen; wie sollte er sonst eben so warm geworden sein? Nun aber, nun er mit der Hand gleiche Wärme hat, geht keine Wärme mehr in ihn über.

Also finde ich einen Gegenstand, der mich berührt, dann kalt, wenn aus meinem Körper Wärme in ihn übergeht. Das hört aber auf, sobald jener

eben so viel Wärme hat, so warm ist, wie mein Körper.

Gewiß kann auch aus dem Gegenstande, den ich berühre, Wärme in meinen Körper übergehen. Wenn ich einen warmen Ofen berühre, geht wahrscheinlich Wärme aus dem Ofen in meine Hand, und berühre ich einen kalten Ofen, so geht aus meiner Hand Wärme in den Ofen. In jenem Fall sage ich: der Ofen ist warm, in diesem: er ist kalt.

Wann finde ich demnach einen Gegenstand warm, wann kalt? — Darauf kann ich kurz antworten: warm, wenn durch ihn sich die Wärme meines Körpers vermehrt, und kalt — umgekehrt.

Von der Luft werden wir beständig berührt. Wann finden wir diese kalt, wann warm? — Von der warmen oder kalten, äußern Luft hängt das warme oder kalte Wetter ab, oder vielmehr: beides ist eins und dasselbe. Wann sagen wir also: es ist heute warm? wann: es ist kalt?

Hier ist es warm, sagt A, der von außen in eine Stube tritt. Und ich finde es kalt, sagt B, der eben aus dem warmen Bette aufgestanden ist. Für mich aber ist es hier nicht warm und nicht kalt, erwidert C. — Alle drei haben wohl Recht; A's Körper hat so wenig Wärme in sich, daß aus der ihn umgebenden Stubenluft Wärme in denselben zieht, und B's Körper enthält mehr Wärme, als die Stubenluft, und daher zieht aus jenem Wärme in diese. C's Körper dagegen hat gewiß mit der Stube ungefähr gleichen Grad der Wärme, und daher geht hier nicht merklich Wärme aus dem einen Gegenstand in den andern über. Die Wärme ist im Gleichgewicht, heißt es dann — wann? — (Wann ist noch Wasser, wann die Luft im Gleichgewicht?)

So ist also das, was einem Menschen warm ist, dem andern oft nicht warm, wohl gar kalt. Worauf kommt es dabei nur an?

Wann der Ofen warm zu nennen ist, wissen wir; wann nämlich? — Wann sagt man: er ist heiß? — Ganz gewiß strömt dann sehr viele Wärme in unsern Körper. Hitze ist uns auch unangenehm, thut weh. Also strömt aus dem, was wir heiß finden, so viel Wärme in unsern Körper, daß es uns unangenehme Empfindung verursacht. Hitze ist ein höherer Grad von Wärme.

Weil Wärme aus einem Körper in den andern überfließen kann, so ist sie gewiß eine flüssige Materie.

Wenn ein Ofen sehr warm ist, so empfindet man das schon, ehe man denselben berührt, oft in bedeutender Entfernung schon. Ein brennendes Feuer verbreitet seine Wärme noch weiter, und zwar am meisten nach oben, aber auch seitwärts, nach unten, — nach allen Richtungen.

Wenn die Sonne stark auf eine Mauer scheint, so strahlt die Wärme, welche sie da hervorbringt, von der Mauer zurück, so daß man es in einiger Entfernung davon schon empfinden kann.

Sonach ist die Wärme wohl, wie Luft, ausdehnsam flüssig.

Wie viel Gewicht ein bestimmter Raum voll Wasser hat, kann man erfahren; das Gewicht von so viel Luft auch. Man darf nur ein Gefäß erst wasser- und luftleer, und dann auch damit gefüllt, wiegen. Aber das Gewicht der Wärme versteht man noch wenigstens nicht zu finden. Daher nennt man Wasser und Luft wägbar, Wärme aber unwägbar, und daraus ist es auch erklärlich, warum sie mehr nach oben, als nach andern Richtungen hin, sich verbreitet — wie das?

Ich habe 2 Stücke trocknes Holz. Fühlt, sie sind nicht warm. Nun reibe ich sie stark an einander, und — sie sind warm. Wo kommt nun auf einmal die Wärme her? Von außen kommt sie nicht. Sie muß vorher schon im Holze gewesen sein; nur fühlbar, merklich, war sie nicht. Durch das Reiben wäre also die Wärme merklich geworden.

Ungelöschter Kalk ist, wenn ich daran fühle, nicht warm, oft gar kalt. Gieße ich Wasser, welches gerne kalt sein kann, darauf: so wird der Kalk warm, oft gar heiß. Die Wärme kann auf solche Art doch nicht erst in den Kalk hineinkommen; wo sollte sie herkommen? Sicher war sie schon da, nur nicht merklich. Durch die Vereinigung des Wassers mit dem Kalk wurde sie erst merklich, erst losgemacht und in Bewegung gesetzt.

Sogar Eis (an sich so kalt) kann man durch Reiben erwärmen; ein Beweis, daß es auch diesem nicht an Wärme fehlt.

Aus solchen Erfahrungen schließt man: Alle Körper enthalten Wärme; diese ist nur zuweilen gebunden, und muß, wenn sie merklich werden soll, erst in Bewegung gesetzt (frei gemacht) werden. Man unterscheidet daher gebundene und freie Wärme. Was sollen diese Ausdrücke sagen? — Freie Wärme findet man in den Körpern der Säugethiere, Vögel u. s. w., gebundene gewöhnlich im Holze, Metalle, in Steinen u. s. w.

Gegenständen, die wir kalt nennen, fehlt es daher an freier Wärme, oder vielmehr: sie haben nicht so viel freie Wärme, als der Theil unsers Körpers, womit wir sie berühren.

Wie geht es daher zu, daß die Axen eines schnell fahrenden Wagens zuweilen in Brand gerathen? daß beim Bohren, beim Streichen eines Messers auf einem Stücke Holz Bohrer, Messer und Holz warm werden? — Daß durch das Anschlagen mit einem Stahl an einen Feuerstein Funken entstehen, die zünden können? (Hier sind losgeschlagene Stücke von Stahl und Stein, die durch den Schlag glühend geworden sind). Wie — daß Metalle durch Hämmern warm, gar glühend heiß werden? Wenn wir uns stark bewegen, so reiben sich die Theile unsers Körpers schneller, als gewöhnlich, besonders erhält auch das Blut eine schnellere Bewegung. Daher werden wir warm. Ja, weil sich in dem thierischen

Körper das Blut beständig bewegt, so findet daselbst eine beständige Reibung Statt, und das mag wohl zu der beständig freien thierischen Wärme viel mit beitragen.

Anmerk. Freilich erklärt man sich das Entstehen der thierischen Wärme auch so: Nach dem Einathmen der Luft wird aus dieser der Wärmestoff frei — entwickelt. — Je mehr Luft daher eingeathmet wird, desto mehr Wärme entwickelt sich. Beim Laufen, Arbeiten u. s. w. wird viel Luft eingeathmet, daher dann auch mehr Wärme entwickelt, und der Körper stärker erwärmt. Auch durch Mischung genossener Speisen mit den Verdauungssäften, wie durch die Bewegung der Verdauungswerkzeuge, scheint Wärme entwickelt zu werden, woher man bei vollem Magen der Kälte besser widersteht, als bei leerem.

§. 13.

Wie entsteht also die freie Wärme in den Körpern? — Gute und schlechte Wärmeleiter.

Die Axen eines schnell fahrenden Wagens (das wissen wir also nun) werden warm oder gerathen in Brand. Dies bewirkt die schnelle und starke Reibung. Bohrer, Messer und Holz werden warm, wenn man in das Holz bohrt, das Messer stark und etwas anhaltend darauf streicht. Reiben der Hände an einander macht sie warm. In all diesen Fällen ist Reibung. Das Eisen wird auch erwärmt, wenn man es stark und lange genug hämmert.

Starkes Reiben giebt dem Körper eine gewisse Erschütterung; Schlagen (Hämmern) preßt ihn plötzlich zusammen, und erschüttert noch mehr. Das also sieht man, daß Wärme in den Körpern frei wird:

1. durch Reiben oder Schlagen (gewisse Erschütterung derselben).

Die Sonne scheint und die Fenster werden warm. Durch die bekannten Brenngläser werden die Sonnenstrahlen gesammelt, und sie können nun mit vereinter Kraft stärker wirken, können brennbare Sachen in Brand stecken und Metalle schmelzen. Es wird also auch Wärme frei:

2. durch die Sonnenstrahlen in Körpern.

Wie aber das? So viel wissen wir: Mit ungeheurer Schnelligkeit schießen die Sonnenstrahlen herab — in jeder Secunde 42000 Meilen —. Das giebt einen starken Stoß auf die Punkte, die von ihnen getroffen werden. Sonach steht diese Ursache wohl mit unter der zuerst angegebenen. — Es wird durch die Sonne um so mehr Wärme frei, je mehr senkrecht die Strahlen auf die Gegenstände fallen. Das paßt auch; denn je mehr senkrecht etwas Hartes stark an die Thür geworfen wird, je tiefer drückt es da ein — je größer die Erschütterung —.

In ungelöschtem Kalk wird (s. vorher) die Wärme frei durch Vermischung desselben mit Wasser.

Wenn man Eisenfeil, feinen Schwefel und Wasser mit einander vermischt, so erhitzt sich diese Mischung so, daß sie in helle Flammen ausbricht.

Feuchte Sachen, als: feuchtes, festgepacktes Heu, Getraide, Hanf und Flachs erhitzen sich und gerathen in Brand. Wie manche Feuersbrunst ist schon daher entstanden! So auch Baumwolle in Oel getränkt und in einen Kasten dicht verschlossen, wie ebenfalls eingepackte geröstete Zichorien, Kleie, gebrannter Kaffe. —

Viele geistige Getränke (Branntwein u. s. w.) können in dem Menschen sich so erhitzen, daß er von innen verbrennt. Eine gewisse Gräfinn, die sich den Unterleib mit Weingeist oder auch Kampfer zu waschen pflegte, verbrannte (1731) ohne Rettung. Demnach wird auch die Wärme frei:

3. durch verschiedene Mischungen.

Wenn ich kalte Hände habe, und halte sie an einen warmen Ofen, so werden sie erwärmt.

Wenn eine erwärmte eiserne Platte an eine andere, die kalt ist, gebracht wird: so merken wir, daß jene an Wärme verliert, diese gewinnt, bis beide Platten gleichen Grad der Wärme erhalten.

In den beiden angeführten Fällen hat der eine Körper

dem andern Wärme mitgetheilt. So kann also auch freie Wärme in Körpern entstehen:

4. durch Mittheilung.

Mittheilung der Wärme findet demnach aber nur dann Statt, wenn ein Körper einen höhern Grad von freier Wärme hat, als ein anderer in seiner Nähe, und das geschieht um so schneller, je größer der Unterschied ist zwischen dem Wärmegrad verschiedener Körper, d. i. wenn und je mehr das Gleichgewicht der Wärme aufgehoben ist. —

Wenn aber auch mehrere bei einander befindliche Körper gleichen Grad oder Gleichgewicht der Wärme haben: so werden wir doch nach Kurzem merken, daß sie alle nicht mehr so warm sind, wie eben vorher, und sie werden so lange immer mehr an Wärme verlieren, bis sie mit der sie umgebenden Luft im gleichen Grade freie Wärme haben. Es wird an die freie Luft Wärme mitgetheilt.

Ein warmer Ofen, in dem nicht von neuem geheizt wird, verliert seine Wärme nach und nach. Er theilt der ihn umgebenden Luft und andern Gegenständen in seiner Nähe (der Wand u. s. w.) von seiner Wärme mit, bis diese in's Gleichgewicht kommt.

Wärme strömt demnach aus einem Gegenstande in den andern über, bis sie auf solche Art in's Gleichgewicht kommt.

Doch findet hier zwischen Körpern und Körpern ein großer Unterschied Statt. Wenn ich eine eiserne Stange, die draußen gelegen hat, anfasse: so ist sie sehr kalt anzufühlen; es geht viel Wärme aus meiner Hand in die Stange über, und das sehr geschwinde. Fasse ich eine hölzerne Stange, die etwa eben so lange gelegen hat, an: so finde ich das Holz nicht so kalt. Es hat also wohl das Eisen die Eigenschaft oder Fähigkeit, die Wärme stärker und schneller aus meiner Hand herauszuziehen.

Wenn ich ein Stück Eisen mit einem Ende in's Feuer halte, so wird das andere Ende bald so warm oder heiß, daß ich es nicht mehr anfassen kann. Ein hölzerner Hand-

griff läßt sich wenigstens viel länger anfassen. Gewiß, die Wärme dringt schneller durch das Eisen, als durch das Holz.

Ein Stück Holz und ein Stück Eisen sind beide lange auf einem heißen Ofen gewesen. Doch ist das Eisen unerträglich heiß, das Holz nicht; warum? weil die Wärme aus dem Eisen stärker in meine Hand hinüberströmt, als aus dem Holz. Eisen erkaltet auch eher wieder, als Holz.

Solche Verschiedenheiten, wie zwischen Eisen und Holz, merkt man zwischen mehreren Körpern: einige sind mehr geschickt, andern Körpern Wärme zu entziehen, in sich aufzunehmen und durch sich hindurch zu lassen, als andere Körper. Jene Körper (so nennt man es) haben mehr wärmeleitende Kraft (sind bessere Wärmeleiter), als diese.

Je mehr wärmeleitende Kraft ein Körper hat, desto leichter wird er warm (nimmt er Wärme an), wird aber auch um so leichter wieder kalt, oder — ein guter Wärmeleiter ist ein schlechter Wärmebewahrer; und ein schlechter Wärmeleiter ein guter Wärmebewahrer.

Aus dieser Verschiedenheit lassen sich folgende Erscheinungen erklären. Wollene Kleider schützen mehr gegen die Kälte, als leinene, weil sie die Wärme unsers Körpers nicht so leicht durch sich hindurch lassen. — Bedeckt mit einer Federdecke können wir im strengsten Winter die Kälte aushalten. Warum bringt eine Metalldecke diese Wirkung nicht hervor? — Ein eiserner Ofen ist ein besserer Wärmeleiter, als ein thönerner; welcher wird eher warm? — welcher bleibt es am längsten? — warum? — Glühendes Eisen kühlt sich im kalten Wasser geschwinder ab, als in der eben so kalten Luft; das Wasser leitet die Wärme stärker fort. — Doppelte Fenster im Winter erhalten die Stube länger warm, als einfache mit allenfalls doppelt so dichtem Glase; weil die zwischen jenen befindliche stillstehende Luft die Wärme nicht leicht fortleitet. — Warum ist es eine so weise Einrichtung Gottes, daß die Thiere in den kältern Gegenden mit so besonders dichten Haaren versehen sind? —

Warum legt man Papier oder Tuch unter Trinkgläser, die man auf einen heißen Ofen setzt? — Warum ist es unter Strohdächern im Winter wärmer und im Sommer kühler, als unter Pfannendach? —

Wer nach einer kalten Nacht die Zunge an ein Stück Eisen hält, welches der Kälte ausgesetzt gewesen ist, kann sie ohne Verletzung der Haut nicht wieder zurückziehen; so fest ist sie geklebt, oder wirklich angefroren, weil das Eisen die Wärme aus der Feuchtigkeit der Zunge so schnell fortleitet, daß diese Feuchtigkeit sich gleich in Eis verwandelt. So nicht beim Holz und bei manchen andern Körpern — wie geht das zu? —

§. 14.

Wirkung der Wärme.

Eine mit Luft angefüllte Blase wird über einem warmen Ofen größer. Es ist die in derselben befindliche Luft, welche sich ausdehnt, und so muß die Blase wohl auch ausgedehnt werden. Die Wärme (des Ofens) bewirkt diese Ausdehnung. Eine Metallkugel, welche nur eben durch eine gewisse Oeffnung hindurch geht, ist, sobald sie heiß gemacht wird, für diese Oeffnung zu groß. Ein Ring, der über einen Finger so eben paßt, läßt sich von demselben schwer oder gar nicht abschieben, wenn der Finger sehr warm geworden ist.

Wasser in einer, etwa gläsernen, Röhre steigt höher, wenn es warm, und um so mehr, je wärmer es wird. Erkaltet sinkt es wieder.

Wärme (das scheint aus diesen Beispielen sich zu ergeben) dehnt Körper aus. Umgekehrt: Durch Kälte ziehen sie sich wieder zusammen.

Wie läßt sich die Erscheinung, daß Wärme die Körper ausdehnt, vielleicht erklären? — Sie strebt, als ausdehnsam flüssig, (um so mehr, je stärker sie aus dem gebunde-

nen Zustande heraus getreten) nach außen hin, und drängt und treibt die Körpertheilchen aus einander, wirkt also der Cohäsion entgegen.

Ob Wärme alle Körper gleich stark ausdehnt? — Luft, wie sie uns umgiebt, mit Wasser einem gleichen Hitzegrad ausgesetzt, wird 8 mal so stark ausgedehnt, als Wasser, und dieses wieder 30 mal so stark als Eisen und über 50 mal so stark als Glas. — Das überhaupt hat sich ergeben: Am meisten werden die ausdehnsam flüssigen, weniger die tropfbar flüssigen, und noch weniger die festen Körper durch Wärme ausgedehnt. Dabei finden in dieser Rücksicht aber wieder zwischen festen und festen, und zwischen flüssigen und flüssigen sehr große Unterschiede Statt. So erhält z. B. Wasser $2\frac{1}{2}$ mal so viel Ausdehnung als Queckfilber, Zink 2 mal so viel als Gold. —

Aber gilt denn die Regel: Wärme dehnt aus, allgemein? — Ein Stück feuchtes Holz wird in der Nähe der Wärme kleiner. Die Feuchtigkeiten verschwinden aus den Zwischenräumen, und es werden letztere kleiner; daher die Zusammenziehung. Auch macht eine getrocknete Thonmasse davon eine Ausnahme, da sie im Feuer sich immer noch zusammenzieht, — gewiß, weil noch stets eine Feuchtigkeit vorhanden ist, die in der Hitze verschwindet. Wasser hat das an sich, daß es schon nahe vor dem Gefrieren seine größte Dichte erreicht hat, und als Eis einen größern Raum einnimmt, als die Wassermenge, woraus es entstanden ist. — Das Weitere sagt §. 18. Auch nimmt ein Stück Eis gewöhnlich einen größern Raum ein, als die Menge Wassers, woraus es entstanden ist. So scheint es demnach Ausnahmen von jener Regel zu geben. Doch siehe §. 18.

Glas zerspringt leicht bei großer (besonders plötzlicher) Hitze, und eben so bei solcher Kälte. Das ist Folge der Regel: Wärme dehnt aus, und — weil Glas spröde ist. (Wie folgt das?) Bei spröden Körpern ist das überhaupt die Wirkung der Hitze und Kälte.

Holz verbrennt bei einem hohen Grade von Hitze. Hier denn die Frage: Was nehmen wir dann wahr, wann Holz brennt und dadurch verbrennt? — Wenn Holz brennt, so wird es hell. Das Helle — das Leuchten — ist eine Folge von großer Hitze. Solchen Grad von Hitze, die als ein Leuchten sichtbar wird, nennt man Feuer. Hell ist dann die Flamme, und auch das brennende Holz selöst. Oft giebt bloß das brennende Holz das Helle, und eine Flamme ist nicht zu bemerken. Dann glühet das Holz. Eisen z. B. kann auch so heiß werden, daß es glühet; aber eine Flamme giebt es nicht.

Wenn Holz brennt, so bemerken wir die Flamme über dem brennenden Holze in die Höhe steigen. Höher noch als die Flamme reicht, bemerken wir Rauch.

Der Rauch kommt von dem brennenden Holze, kann also nichts anders als Theil des Holzes sein, der sich von diesem trennt. Ist das Holz verbrannt, so finden wir statt desselben nur Asche. So dehnt also das Feuer auch Holz so sehr aus, daß sich seine Theile von einander trennen, nämlich: ein Theil fliegt als Rauch in die Luft, ein anderer bleibt als Asche zurück.

Der Rauch des Küchenfeuers fliegt durch den Schornstein. Der Schornstein ist inwendig gewöhnlich schwarz. Ruß nennt man das, was den Schornstein so schwarz macht. Gewiß ist der Ruß nichts anders als Rauch, der sich im Schornstein angesetzt hat.

So wie Holz, können auch manche andere Körper, verbrennen — nennt einige davon —! Solche Körper heißen verbrennliche. Ob es Körper giebt, die gar nicht verbrennen können, wissen wir nicht, wohl aber giebt es Körper, wovon noch kein Mensch erfahren hat, daß sie es können. Diese nennt man daher unverbrennlich.

Eine Wirkung der Wärme ist also das Verbrennen gewisser Körper.

Torf gehört zu den verbrennlichen Körpern. Gieb

mir nun einmal alles an, was du bemerkst, wenn Torf brennt und verbrennt.

Noch eins. Wenn Licht (dieses kleine Licht etwa) mit einem Gefäß (diesem Becher) bedeckt wird, so hört es bald auf zu brennen. (Seht nur!) Wie mag das zugehn? — Es kann dann keine Luft zu dem Lichte (Feuer) kommen. Gewiß also kann Feuer nicht anders brennen, als wenn Luft dazu kommen kann. — In Windöfen brennt das Feuer viel heller, als in andern Oefen (sogenannten Beilegern); bei jenen hat die Luft freien Zutritt. In Stuben, wo viele Dünste sind, brennt ein Licht lange nicht so hell, als wenn die Luft rein ist. Demnach: je reiner und freier die Luft, desto u. s. w. Es ist also das Feuer mit dem Leben (dem Athmen) des Menschen und der Thiere zu vergleichen; in wiefern?

Könnte man also bei Feuersbrünsten den Zutritt der Luft entfernen, so würde das Feuer verlöschen. Wenn man unter einem brennenden Schornstein auf dem Feuerherde ein oder mehrere Pfund Schwefelhölzer anzündet, so pflegt das Feuer zu verlöschen, weil letzteres die Luft im Schornstein sehr verdünnt. Oder wenn man durch den Schornstein (sofern derselbe stark genug sein sollte) mit einer Flinte hindurch schösse — aus demselben Grunde, dasselbe.

§. 15.

Schmelzen, Verdampfen, Verdünsten und Uebergang der Körper aus dem mehr flüssigen in den weniger flüssigen Zustand und aus diesem in den festen.

Die Cohäsionskraft hält und zieht die Theile der Körper zusammen. Wärme dehnt die Körper aus, und wirkt der Cohäsion entgegen, schwächt diese daher. Das kann so stark werden, daß der Zusammenhang der Theile beinahe oder gänzlich aufgehoben wird. Darum wird dann Blei zu einem flüssigen Körper (es schmilzt). So geht es auch mit Talg, Butter, Eis —. Welche von diesen werden

durch weniger Wärme schmelzen? welche am leichtesten? — Auch Gold, Silber, Eisen — alle Metalle — können so heiß werden, daß sie schmelzen. Also eine Folge davon, daß Wärme die Körper ausdehnt, ist wieder:

daß einige Körper schmelzen.

Körper, die sich schmelzen lassen, heißen schmelzbare Körper.

Wenn in geschmolzenem Metall die Wärme wieder etwas gebunden wird, es sich wieder abkühlt, so wird es wieder fest. Auch Talg und Butter erstarrt zu festen Körpern, und Wasser wird (freilich bei großem Wärmeverlust erst) zu Eis. Das ist Folge des Naturgesetzes: Kälte zieht die Körper zusammen d. i. stellt die Cohäsion bis zu dem Grade wieder her, daß

flüssige Körper zu festen werden.

Wenn man Wasser in einem Gefäß über Feuer setzt, so bemerkt man bald kleine Bläschen, die sich erst an die Seitenwände setzen. Bald aber steigen sie allmählich auf die Oberfläche des Wassers und zerplatzen da. So wie das Wasser heißer wird, kommen immer mehr Bläschen, die auch immer schneller empor steigen, bis endlich die ganze Wassermasse in eine wallende Bewegung geräth d. i. bis es kocht oder siedet. Von nun an verliert immer mehr von dem Wasser seine tropfbar flüssige Gestalt, indem es als ausdehnsame Flüssigkeit, die man Dampf nennt, aufsteigt. Der Dampf ist anfangs, wenn er frei aufsteigt, fast nicht sichtbar, und auch so ausgedehnt, daß er 1500mal so leicht ist als Wasser, da die umgebende Luft doch nur 800mal so leicht ist; er wird aber sichtbar, wenn man ihn auffängt und in oder durch einen engern Raum leitet, wo er sich zusammenpreßt. — So geht es auch mit sonstigen tropfbar flüssigen Körpern, die man der Siedehitze aussetzt. —

Also ist eine weitere Folge des Naturgesetzes: Wärme dehnt aus:

daß sich tropfbar flüssige durch einen hohen

Grad von Wärme (durch Hitze) in ausdehnsam flüssige Körper verwandeln.

Hier ist die Cohäsion der Körper völlig aufgehoben, sie zeigen nur das Bestreben, sich auszubreiten (auszudehnen). Indeß bei hinreichender Abkühlung, selbst wenn sie stark zusammengepreßt werden, gehen sie wieder in tropfbare Flüssigkeit über.

Wenn man einen Kessel mit Wasser hinaus setzt, so vermindert sich das Wasser darin nach und nach. Wo bleibt das Wasser? — Durch den Kessel kann es nicht dringen; also muß es in die Höhe steigen. Auch lehrt die Erfahrung, daß das Wasser sich um so merklicher verliert, je größer die Oberfläche desselben ist, und je mehr es also von der Luft berührt wird. Ebenfalls geht gewöhnlich mehr Wasser verloren bei warmer Luft und Witterung, oder wenn das Wasser warm oder gar heiß ist. So geht auch mehr Wasser in die Höhe bei trockner Luft, als wenn diese feucht ist. Selbst wenn die Luft sehr kalt ist und dabei trocken, so steigt mehr Wasser auf, als bei wärmerer und dabei mehr feuchter Luft. Auch — je dünner die Luft, desto mehr verliert sich das Wasser in die Höhe, und in einem luftleeren Raum geht es mit Schnelligkeit und bei einem sehr geringen Grade von Wärme schon weg. (Man darf nur ein Glas luftleer machen, etwas Wasser hineingießen, und das so verschlossene Glas mit der Hand umfassen, und — gleich ist es, als wenn es kocht und in Dampf übergeht.) Der Druck der Luft scheint hier also die so starke Ausdehnung des Wassers zu hindern. Beim Winde wird auch das, was naß ist, eher trocken, als wenn kein Wind ist. Gewiß drückt dann die Luft, die sich ja bewegt, nicht so stark, wenigstens nicht so anhaltend auf das Wasser. — Auf solche Art verwandelt sich das Wasser, ohne daß es kocht, in ausdehnsame Flüssigkeit. Es dünstet aus (Ausdünstung) nennt man das.

Das folgt daraus: Je größer die Wärme, und je dünner oder doch je trockner die Luft, desto stärker die Ausdün-

stung. Doch auch bei starkem Froste findet ste Statt. Das sieht man über den Seen, Sümpfen, Teichen u. s. w., wo etwas Dampf- oder Rauchartiges sichtbar aufsteigt. Welchen Unterschied müssen wir also machen zwischen: das Wasser verdampft, und — es verdünstet?

Wenn die Luft, in der ein gewisser Grad aufgeregter Wärme ist, plötzlich verdünnt wird, so wird die Wärme mit verdünnt. Es muß also da wohl kühler oder gar kalt werden. Das bestätigt auch die Erfahrung: in plötzlich verdünnter Luft ist es gleich kalt. Werden überhaupt Körper plötzlich oder schnell ausgedehnt, so wird es die Wärme mit; diese daher dünner, und weniger merklich. Bei Verwandlung tropfbarer Körper in ausdehnsam flüssige, beim Verdünsten und Verdampfen muß es demnach kühl oder kalt werden. Die Erfahrung lehrt's; im warmen Zimmer, wo Wasser oder (was noch schneller verdünstet) Essig gesprengt ist, wird es bald kühl. In nassen Kleidern wird man bald frösteln oder kalt; denn die Feuchtigkeit verdünstet. Die Hitze eines Fieberkranken legt sich bald, wenn erst der Schweiß hervorbricht; denn dieser fängt gleich an, zu verdünsten. Wer sich mit warmen Wasser wäscht, wird danach eher kalt, als wenn mit kaltem, weil jenes schneller verdünstet. Ein Tropfen Wasser in der Hand, kühlt sie, Weingeist mehr, und Naphta noch mehr; letzteres verdünstet am schnellsten.

Wo Eis schmilzt, wird es kälter, wie bei eingetretenem Thauwetter nach dem Frost überhaupt mehr Kälte empfunden wird. — Das also scheint ausgemacht:

Bei plötzlicher Ausdehnung der Körper, besonders bis zum Uebergange derselben aus dem festen in den flüssigen, und aus dem tropfbaren in den ausdehnsamen Zustand —, vermindert sich die Wärme.

Durch Hämmern, (wie wir schon gelernt haben) kann Eisen warm, gar heiß gemacht werden. Die Erschütterung

macht die Wärme frei, und das Hämmern drängt die Theile dichter zusammen, und auch die freie Wärme. Luft, durch die Luftpumpe schnell zusammengedrückt, wird gleich warm. — Gefrorner Wein in ein Gefäß mit Wasser gesetzt, macht, daß dieses in der Nähe des Weins gefriert, der Wein dagegen schmilzt. Mit gefrornen Aepfeln im kalten Wasser ist es eben so. Bei eben eingetretenem Frostwetter empfindet man oft weniger Kälte als kurz vorher. — Demnach:

Plötzliche Verdichtung, besonders bis zum Uebergange aus der ausdehnsamen Flüssigkeit in tropfbare, und aus diesem Zustande in den festen — vermindert die Kälte und vermehrt die Wärme.

Woher kommt das? —

Antw. Bei plötzlicher Ausdehnung der Körper verbreitet sich die vorhandene freie Wärme in einen größern Raum; bei plötzlicher Verdichtung kommt sie in einen engern Raum, und macht sich da mehr merklich, — oder so: In jenem Fall bedürfen die Körper mehr Wärme und entziehen sie den Körpern in der Nähe, in diesem geben sie Wärme ab.

Wenn im Sommer Gras gemäht wird, so wird das oft bald nachher nach Hause, in die Scheune u. s. w., gefahren. Es soll zu Viehfutter, oft erst für den folgenden Winter, dienen. In diesem Fall fährt man es aber nicht gleich nach Hause, nachdem es gemäht ist; es muß erst trocknen, und daher noch einige Tage draußen sein. Die Feuchtigkeiten, welche es als Gras enthält, verlieren sich dann nach und nach, steigen als Dünste in die Höhe, und zwar: je wärmer (mehr Sonnenschein), desto eher, und mehr noch, wenn dabei auch Wind ist. —

Aus demselben Grunde wird auch das Korn, nachdem es gemäht ist, nicht gleich nach Hause gefahren — aus welchem Grunde nämlich? —

Gewiß steigen auch vom Grase, Korn, und von andern Gewächsen, während sie wachsen, schon Dünste auf. Wie

geht es aber zu, daß diese dann nicht so, wie gemähtes Gras, Korn u. s. w. nach und nach trocken werden? — Die Gewächse sind mit ihrer Wurzel in der Erde befestigt, und ziehen vermittelst derselben immer wieder Feuchtigkeiten aus der Erde; aber auch aus der Luft.

Zuweilen setzen sich in warmen Stuben, wo es übrigens ganz trocken ist, Feuchtigkeiten an die Fenster. Wo kommen diese her? — Menschen sind in der Stube. Gewiß steigen auch Dünste von den Menschen auf, wovon sich dann ein Theil nach den Fenstern hinzieht. — So ist es; eben so wohl von den Körpern der Menschen und Thiere, als von den Pflanzen, steigen Dünste in die Luft.

Was die Ausdünstung der Menschen und Thiere betrifft, so besteht dieselbe darin, daß sich Feuchtigkeiten von dem Blute absondern, die durch die Zwischenräume, besonders der Haut, hindurchdringen. Ein hoher Grad von Ausdünstung ist der Schweiß.

Jetzt sind die Wege naß und tief. So bleiben sie nicht immer. Wenn es eine Zeitlang nicht regnet, so werden sie bald wieder trocken. Ein Theil der Feuchtigkeiten mag sich in die Erde hineinziehen. Da aber die Wege um so eher trocken werden, je mehr Sonnenschein und Wind wir haben: so steigt doch gewiß ein großer, wenn nicht gar der größte Theil, als Dünste in die Luft. So gehts denn auch mit dem Gartenlande, Ackerlande, wenn es trocken wird — wie nämlich?

Ein Körper kann um so mehr Feuchtigkeit durch Ausdünstung verlieren, je mehr Feuchtigkeiten er enthält. Und so geschieht es auch: je feuchter es an einem Orte ist, desto mehr dünstet es da aus. Wo ist denn nun wohl mehr Wasser, als im Meere? Sicher also steigen von dem Meere die meisten Dünste in die Höhe.

Wir können denn wohl mit Wahrheit sagen: Die Luft wird beständig mit Dünsten angefüllt durch das Meer, durch Flüsse, Seen, die Erdoberfläche selbst, durch Pflanzen,

Thiere und Menschen, und diese Ausdünstung wird bewirkt durch Wärme.

§. 16.

Nebel. Wolken. Regen. Ursachen dieser Erscheinungen. Nutzen. Höhenrauch.

Dünste sind viel weiter ausgedehnt, als die Feuchtigkeiten, wovon sie sich losgerissen haben (Wasser, Blut). Zu solcher Ausdehnung trug Wärme besonders viel bei. Wenn Dünste daher ihre Wärme verlieren, so werden sie gewiß wieder dichter.

Die Luft ist beständig mit Dünsten angefüllt, und doch ist sie oft so hell, daß gar nicht zu merken ist, daß sie fremde Theile enthält. Gewiß sind dann die Dünste wenigstens eben so fein und weit ausgedehnt, als die Luft selbst, und so innig mit der Luft vereinigt, daß sie von dieser gar nicht zu unterscheiden sind. Sie sind durchsichtig und unsichtbar wie die Luft.

Oft ist es aber der Fall, daß dieselbe Luft auf einmal trübe wird, daß man auf einmal Nebel und Wolken bemerkt. Wie kann das zugehen? — Wenn man z. B. ein kaltes Glas in eine warme Stube bringt, wo die Luft ganz trocken zu sein scheint, so beschlägt das Glas im Augenblick, oder wird feucht. Beim warmen Glase ist es nicht so. (Beides werde wo möglich versucht.) Demnach scheint die Kälte des Glases zu bewirken, daß sich ein Theil der vorher unbemerkbaren Dünste um das Glas plötzlich so verdichtet, daß sie nicht mehr so fein und unsichtbar bleiben, wie die Luft selbst, und daher von dieser abgesondert am Glase als Wassertheile sichtbar werden. Beim warmen Glase ist es anders — warum denn also? —

So kann also auch eine plötzlich eintretende Kälte in der äußern Luft wohl bewirken, daß sich die darin enthaltenen Dünste verdichten und die Luft trübe und feucht machen.

Dies noch näher bestimmt. Wenn die Luft hell ist,

so sind die darin enthaltenen Dünste aufs innigste mit derselben vereinigt. Durch die Kälte wird die Luft verdichtet. Daher drückt und preßt sie stärker, und kann nicht mehr so viel Dünste, als vorher, in sich fassen und aufnehmen; sie läßt einen Theil der mit ihr vereinigten Dünste fahren, d. i. diese verdichten sich, bleiben aber noch schwebend sichtbar in der Luft.

Doch können auch andere Ursachen dies bewirken. Davon erst später. Wie aber entstehen denn auf solche Art Nebel und Wolken? Was ist Nebel? Was sind Wolken? Das sind denn nun Fragen, die wir beantworten wollen.

Die auf erwähnte Art in der Luft verdichteten Dünste haben sich zwar in soweit von der Luft getrennt, daß sie nicht mehr so fein und daher durchsichtig, wie die Luft selbst, und nicht mehr so innigst mit derselben vereinigt sind; aber sie schweben doch noch immer in der Luft. Schweben die so sichtbar gewordenen Wassertheile in der untern Luft, so heißen sie Nebel. In der obern Luft aber sind sie nichts anders, als die uns allen dem Ansehen nach bekannten Wolken. Wolken sind Nebel in der obern Luft. Das haben diejenigen erfahren, die auf hohen Bergen gewesen sind, deren Spitzen in Wolken gehüllt waren. Wie entstehen demnach Nebel und Wolken? Wie unterscheiden sie sich? —

Der Naturforscher Sauſſure zu Genf hat den Nebel durch ein Vergrößerungsglas beobachtet, und versichert, er bestehe aus unzähligen feinen Wasserbläschen. Diese sind denn wohl mit Luft angefüllt und so leicht, daß die Luft sie noch tragen kann.

Am Morgen und Abend kühlt sich die Luft in der Nähe der Erde gewöhnlich am meisten ab. Daher sind dann auch die Nebel am häufigsten. In sumpfigen Gegenden, wie an Flüssen und Bächen, sieht man den Nebel vornämlich viel. Woher das? Da steigen mehr Dünste auf, also auch leicht mehr, als die Luft, besonders wenn sie etwas abgekühlt wird, in sich aufnehmen kann. Es kühlt sich da

die untere Luft auch eher ab, als in höhern, trocknern Gegenden.

Wenn Wassertheile sich berühren (man mache den Versuch mit ein paar Wassertropfen), so fließen sie zusammen. Würden sich daher die Nebeltheilchen berühren, so würden sie auch leicht zusammenfließen. In dem Falle würden die Wassertheilchen größer werden, so vielleicht, daß die Luft sie nicht mehr tragen könnte, und sie niederfallen müßten. Das geschieht denn wirklich oft, und dann sagt man: der Nebel fällt.

Wird beim Nebel die Luft ein wenig erwärmt (etwa dadurch, daß die Sonne darauf scheint), so werden die Nebeltheilchen wieder ausdehnsam flüssig, und durchsichtig wie die Luft. Der Nebel verschwindet. Wird zwar die Luft verdünnt, aber doch nicht so sehr, daß der Nebel ganz verschwindet, so steigt sie auf mit dem Nebel, der denn bald die obere Luft trübe macht, oder da als Wolke sich zeigt. Der Nebel steigt, sagt man dann.

Auch die Wassertheilchen der Wolken können in Berührung kommen (durch Kälte, Winde, oder andere Ursachen) und dann fließen auch sie zusammen. Wenn die Luft sie nun nicht mehr tragen kann, so fallen sie als Tropfen nieder, und es regnet. Was ist also Regen? Wie entsteht er?

Man pflegt zu sagen: „Der Nebel fällt, das Wetter wird gut" (es wird nämlich nicht regnen), und: „der Nebel steigt, es wird regnen." Ob das seinen Grund hat?

Wenn der Nebel fällt, so wird die Luft von einem Theil Dünste, die sich in Regen verwandeln, befreit. Es läßt sich dann also nicht leicht Regen erwarten. Steigt der Nebel, so wird die obere Luft mit mehr wässrigen Theilen versehen; es bilden sich leicht mehr Wolken, und es ist leichter möglich, daß es regnen wird. So ist also jene Erwartung nicht ohne Grund. (Wiederholt, in wiefern nicht?)

Nebel und Wolken (diese wohl am meisten) sind gewiß von großem Nutzen. Wenn der Nebel fällt, so liefert er der

Erde eine wohlthätige Feuchtigkeit. Den Wolken verdanken wir den befruchtenden Regen, und der steigende Nebel wird leicht zu Wolken. Brennt die Sonne sehr stark, und es zieht sich eine Wolke zwischen uns und die Sonne, so wird uns die Hitze lange nicht so beschwerlich. Das erfährt der im Felde Arbeitende und der Reisende am ersten. Auch durch die verschiedenen Gestalten und Farben, welche die Wolken oft annehmen, ergötzen sie uns. Und der Regen selbst — er macht das Land fruchtbar, füllt die Quellen, Bäche, Flüsse (oder vielmehr bildet sie, wie wir unten sehen), nimmt viel schädliche Dünste, die in der Luft sich sammeln, mit herunter. —

Bem. Eine dem Nebel ähnliche Erscheinung ist der Höhenrauch (auch Heerrauch, Haarrauch, Landrauch, Sonnenrauch, Heiderauch genannt). Der Nebel selbst macht naß, der Höhenrauch ist durchaus trocken, ganz dem Rauch von verbrannten Sachen ähnlich. Besonders erscheint er, wenn im Sommer trockne Witterung lange anhält. Im Jahr 1783 war er so verbreitet, daß er durch ganz Europa beobachtet wurde. Die Sonne erschien roth und ohne Glanz, so daß man sie am Mittag mit freiem Auge betrachten konnte. Er ließ sich weder durch Regen, noch durch Sturm vertreiben. Gewitter, die in jenem Sommer häufig waren, verminderten ihn wohl. An einem Ort in England entzündete ihn, als er einen Monat hindurch angehalten hatte, ein Blitz, und er erschien als helle Flamme, welche nach dem Donner hellweiß wurde, so daß man dabei lesen konnte, obwohl es in der Nacht war. — Woher er entsteht, weiß man noch nicht mit Gewißheit. In einem Buche: „Der Haarrauch — von Egen. — Essen 1835." betitelt, wird er mit mehreren Belegen Moorbränden zugeschrieben.

§. 17.

Thau und dessen Nutzen. Honig- und Mehlthau. Schwitzen der Fenster. Der sichtbare Hauch. Das Rauchen der Seen, Flüsse.

Je wärmer es ist, desto mehr Dünste steigen von der Erde in die Höhe, daher auch am Tage mehr, als in der Nacht. Weil Nachts die Luft kühler wird, so wird sie mit den in ihr befindlichen Dünsten sich dann verdichten. So gehts auch ja mit den Dünsten in der Nähe eines kalten Glases, welches eben in eine wärmere Stube gebracht ist. Hier verdichten sich die Dünste und setzen sich als kleine Wassertheile an das Glas. So geschiehts auch mit denen, die sich Abends oder Nachts in der Luft verdichten; die setzen sich ebenfalls als Wassertheilchen an kältere Sachen, als an Steine, Pflanzen u. s. w. Solche Wassertheilchen — Tropfen —, die sich Abends und Nachts aus verdichteten Dünsten an Erdkörper ansetzen, heißen Thau (es ist Thau gefallen). Wäre daher die Erde (wären Steine, Pflanzen u. s. w.) nicht kühler als die Luft, so würde wenig oder gar kein Thau entstehen.

Aber wenn man am Abend einen Topf oder Kessel, am besten: eine Glasglocke über das Gras deckt, so findet man am Morgen nicht selten auch darunter Thau oder Tropfen am Grase und am Gefäße selbst. — Wie kann das angehen? Dieser Thau kann doch nicht aus der Luft heruntergefallen sein? — Die Erde ist des Abends noch so erwärmt, daß noch Dünste aufsteigen. Das Gefäß aber ist kalt; daher verdichten sich die Dünste in dessen Nähe, und setzen sich als Tropfen daran. Die Luft unter dem Gefäße, am ersten Gras und Pflanzenblätter, werden nach und nach mehr abgekühlt. Auch deßwegen verdichten sich die Dünste gleich nach ihrem Aufsteigen und setzen sich als Tropfen ebenfalls an das Gras u. s. w. So braucht der Thau also nicht eben hoch herunterzufallen. Warum nicht?

Je kälter und länger nach warmen Tagen die Nächte sind, desto mehr Thau entsteht in der Regel, und umgekehrt. Daher entsteht auch in den wärmern Ländern am meisten Thau, wie z. B. in Arabien. Woher kommt das? Der vorhergegangene warme Tag hat die Erde stark erwärmt. Daher die stärkere Ausdünstung. Die Nächte sind dort länger, und so folgt eine größere Abkühlung. Das verdichtet Luft und Dünste um so mehr, und erzeugt die größere Menge des Thaus.

Hat es Grund wenn man sagt: es ist wenig Thau gefallen; es kann leicht regnen werden? — Wohl etwas, da durch den Thau die Luft von einem Theil Dünste frei wird.

Man macht einen Unterschied zwischen Abend- und Morgenthau. Worin besteht der? — Jener entsteht auf die angegebene Weise. Morgens vor und mit Aufgang der Sonne wird die obere Luft zuerst durch die Sonnenstrahlen erwärmt und verdünnt. Verdünnung aber bringt wieder Kälte, und das entzieht den tiefer liegenden Luftschichten Wärme und auch der untersten an der Erde liegenden Schicht, wodurch dann Dunstverdichtung und Ansetzung als Thau bewirkt wird. Das ist der Morgenthau.

Wie neu belebt erscheinen die Gewächse des Landes durch den Thau nach einem heitern Tage, und bei anhaltender Dürre ist der Thau fast der einzige Ernährer und Erhalter der Gewächse (des Getreides, des Grases —). In den wärmern Ländern muß der Thau oft den Regen, der ganz ausbleibt, ersetzen. Da ist denn der Thau, wenn nicht alles, was die Erde erzeugt, vertrocknen und verdorren soll, eine unentbehrliche Wohlthat Gottes.

Auch findet man zuweilen im Frühjahr und Sommer auf Knospen, Blüthen und sonst auf manchen Pflanzen eine Feuchtigkeit, die man, weil sie klebrig und süßlich ist, Honigthau nennt. In recht warmen fruchtbaren Sommern, wo Regen und Sonnenschein häufig wechseln, findet man dieses am häufigsten. — Ja, dann sind die Gewächse viel

saftreicher, so daß der Saft denn auch stärker aus den Zwischenräumen hervordringt.

Es giebt auch eine Art Honigthau, die anders entsteht. In manchen Jahren giebt es auf den jungen Trieben der Bäume und Pflanzen viele Blattläuse, die mit ihren langen Rüsseln den Saft heraussaugen, den sie hernach als Honigsaft wieder herausspritzen. Damit werden dann Knospen, Blätter, Stengel, wie übergossen. Vertrocknet der Saft, so schadet er dem fernern Wachsthum der Pflanzen. Dieser Nachtheil wird verhütet, wenn bald Regen kommt.

Sammeln sich auf den Gewächsen mit dem Honigthau viele kleine Insecten, die, wie man meint, aus dem Honigthau selbst entstehen, so bekommt dieser leicht das Ansehen eines Mehlteiges, und heißt daher dann Mehlthau. Der schadet sehr den Pflanzen, besonders dem Korn, und auch dem Vieh, wenn es von jenen frißt.

Wenn es in einer Stube warm und draußen kalt ist, so pflegen sich wohl ans Fenster Feuchtigkeiten zu setzen (die Fenster schwitzen, heißt es dann). Woher das? Die Menschen (und was sonst Feuchtigkeiten an sich hat) in der Stube dünsten aus. Die Dünste in der Nähe der Fenster verlieren Wärme, theilen diese den Fenstern, und durch die Fenster der äußern Luft mit, die wässrigen Theile aber bleiben an den Fenstern zurück. In sofern hat es mit dem Schwitzen der Fenster eine ähnliche Bewandniß, wie mit dem nächtlichen Thau — welche nämlich?

Der Mensch zieht beständig äußere Luft in seine Lunge, und stößt sie wieder aus (er athmet). Die Luft, die er ausstößt, führt gewiß Feuchtigkeiten aus seinem Körper mit fort. In der Kälte sieht man auch, daß er, indem er athmet, etwas Rauchähnliches ausstößt (man sieht den Hauch des Menschen). Wenn es aber warm ist, so sieht man nichts. Woher kommt das? Vielleicht hat das einen ähnlichen Grund, wie folgende Erscheinung: Gewiß dünsten Seen, Flüsse, Sümpfe eben so stark und noch stärker aus am Tage, wenn

die Sonne scheint (wenn es warm ist), als etwa des Morgens, und doch sieht man oft Morgens über den Flüssen, Seen u. s. w. einen Rauch; an warmen Tagen nicht. Woher das? Nicht der Kältegrad der Luft an sich macht es, sondern ein verhältnißmäßiger Unterschied zwischen der Temperatur da, woher die Dünste kommen, und der der Atmosphäre. Zu wenig Unterschied macht nicht sichtbar, zu viel auch nicht — warum letzteres nicht? z. B. bei sehr starkem Frost nicht. — Durch die Kühle oder Kälte des Morgens werden die aufsteigenden Dünste in der Luft verdichtet, und dadurch sichtbar. Das ist bei warmer Luft umgekehrt. Sollte es mit dem in der Wärme unsichtbaren Hauch des Menschen nicht eben so sein? — Wiederhole es, wie?

Wenn es warm genug ist, so sieht man den Hauch nicht; aber im recht trocknen ziemlich starken Frost sieht man ihn auch nicht. Dieses mag wohl daher kommen, daß die unsichtbar feinen Dunsttheilchen eher zu eben so feinen Eistheilchen werden, ehe sie sich bis zum Sichtbarwerden zusammengezogen haben.

Welche Aehnlichkeit findet Statt zwischen diesen Erscheinungen und dem Entstehen des Nebels und der Wolken?

Haben gedachte Erscheinungen auch Zusammenhang und Aehnlichkeit mit dem Entstehen des Thaus und dem Schwitzen der Fenster? Welche? Welche Verschiedenheit aber ist hier zu bemerken?

§. 18.

Eis. Frost- und Thau-Wetter. Andere Erscheinungen.

Im Winter finden wir die Wasseroberfläche oft mit einer festen Decke belegt. Das ist Eis; das Wasser ist gefroren. — Hier haben aufmerksame Menschen nun möglichst genau zu beobachten gesucht, was und wie es geschah, als Wasser langsam zu Eis wurde, indem sie Wasser in ein Gefäß gossen, und das ruhig stehen ließen. Da entstanden an den Wänden erst Eisfäden, die mit denselben Winkel bilde-

ten, welche ungefähr gleich groß waren (60 oder 120 Grad). Von den Fäden gingen dann wieder Fäden aus unter eben solchen Winkeln, von diesen wieder — und das ging fort, bis so viel zusammen kamen, daß sie mehrere Eisblätter bildeten, die zuletzt in eine feste Masse oder Eisdecke zusammentraten. Etwas Aehnliches sieht man, wenn die Feuchtigkeiten an den Fensterscheiben anfangen zu gefrieren. Es bilden sich Eisstreifen, die sich zu lieblichen Figuren verbinden. Man nennt es Frostwetter, wenn sich Gräben, Teiche, Seen, Flüsse — mit Eis belegen. Auch die Erdoberfläche, wie alles, was Feuchtigkeiten enthält, wird dann hart. Wenn darauf das Eis wieder anfängt, flüssig oder Wasser, und die Erde —, wieder weich zu werden, so ist es Thauwetter.

Kälte zieht das Wasser zu Eis zusammen; Wärme dehnt dieses wieder aus, so daß es als Wasser erscheint, — das wissen wir. Sonach müßte das Eis aber einen engern Raum einnehmen, als das Wasser, woraus es entstanden ist. Nun aber lehrt die Erfahrung, daß, wenn man ein mit Wasser (ganz oder zum Theil) gefülltes Gefäß dem starken Froste aussetzt, das Gefäß zerspringt. Wie kann das angehen? — Indem sich das Eis, wie die angegebene Beobachtung es lehrt, bildet, wird die in dem Wasser vorhandene Luft zu kleinern und größern Blasen vereinigt und in das Eis eingeschlossen. Wo die Blasen sind, kann nun kein Eis sein. Weil die Nadeln sich zu Eisblättchen, die Blättchen zu Eismassen vereinigen, so entstehen leicht auch eisfreie Stellen, wo wenig oder keine Luft sich sammelt, und kein Wasser, weil der Zugang durch schnell entstandenes Eis verschlossen worden ist. — Auf solche Art nimmt allerdings das Eis keinen größern Raum ein, als das Wasser vorher einnahm; aber mit den leeren und den mit Luft angefüllten Räumen hat es einen größern Raum nöthig, als das Wasser, und drängt daher mit seiner unzusammendrückbaren Gewalt gegen die Wände des Gefäßes (s. §. 14.). Daß

es größern Raum einnimmt, als das Wasser vorher, erkennt man auch daraus, daß Eisstücke auf dem Wasser schwimmen, also leichter sind als Wasser. Das Eis hat so große Gewalt, daß selbst eiserne Gefäße, worin Wasser gefriert, zerspringen können. Bäume bersten bei starkem Winterfroste.

Kann es auf eine ähnliche Art zugehen, daß Thürschwellen bei starkem Froste in die Höhe kommen, so daß die Thüren oft nicht mehr darin passen? Wie denn?

Seht! hier habe ich ein Gefäß mit ein wenig Wasser. Nun will ich doch einmal machen, daß das Wasser hier in der Stube, die doch gar nicht kalt ist, zu Eis wird. Da habe ich etwas Küchensalz und Salpeter. Das löse ich in dem Wasser auf. Ich will noch mehr thun. Dies abgeschabte Eisen (Eisenfeil) mische ich auch darunter. Nun nur etwas Zeit gelassen. — Seht; da ist wirkliches Eis. Fühlt! es ist auch kalt wie Eis. Wie kann das zugehen? — — Wasser kann nur zu Eis werden, wenn es viel Wärme verliert. Die Mischung von Salz, Salpeter und Eisenfeil muß also das an sich haben, daß sie viel Wärme verschluckt und dem Wasser so viel entzieht, daß es zu Eis wird. So wissen wir also das Kunststückchen, Wasser in Eis zu verwandeln, nicht nur zu machen, sondern auch zu erklären. Wollen es doch noch einmal versuchen.

Indeß auch noch auf eine andere Art läßt sich, selbst auf einem warmen Ofen, Wasser in Eis verwandeln. Man darf nur Schnee oder feingestoßnes Eis mit einer Handvoll Küchensalz, vermischen, die Mischung in einen Teller, (gleichviel ob von Zinn, gemeinem Thon oder Porzellan) schütten. Auf diesen Teller setze man einen andern mit kaltem Wasser, und beide Teller so zusammen auf einen warmen Ofen oder ein glühendes Kohlfeuer. So wie nun der Schnee in dem untern Teller zu schmelzen anfängt, so wird das Wasser in dem obern Teller anfangen, von unten auf zu gefrieren. (Wäre gerade Schnee oder Eis vorhanden, so wollten wir

es selbst versuchen. Doch dazu wird bald einmal Gelegenheit sein.) Wie aber läßt sich das erklären?

Indem hier Schnee oder Eis aufthaut, also flüssig wird, entzieht das (nach §. 15.) dem obern Teller und dem Wasser darin so viel Wärme, daß es gefriert.

§. 19.

Reif. Rauhreif. Schnee. Glatteis. Ausschlagen der Wände bei Thauwetter.

Auf welche Art der Thau entsteht, wissen wir noch, wie nämlich? — Da jedem Wasser so viel Wärme entzogen werden kann, daß es gefriert, so kann es auch bei dem Thau geschehen. Wenn daher Thau entsteht, und die Körper, auf welche er sich setzt, haben einen hinreichenden Grad von Kälte, so werden sie demselben gleich so viel Wärme entziehen, daß er gefriert. Deßwegen findet man besonders im Frühjahr und Herbste des Morgens oft das Feld ganz weiß. Das ist nichts, wie gefrorner Thau, der dann Reif heißt.

Der Reif bedeckt oft Gras, Dächer, Holz u. s. w. so dick und stark, daß so viel Thau nicht leicht gefunden wird. — Das kann so zugehen: Ein Thautropfen fällt und gefriert, ein zweiter setzt sich darauf und gefriert auch. Das geht so fort. Ungefrorner Thau setzt sich auch wohl auf ungefrornen Thau, aber wenn mehr Tropfen zusammenkommen, so zerfließen sie, was bei dem festen Reif nicht der Fall ist.

Wie entsteht (§. 16) der Nebel? — Auch der Nebel ist Wasser, besteht aus Wassertheilen. Beweis davon ist, daß uns im Nebel Haare, Kleider — oft naß werden. Daher kann Kälte auch gewiß machen, daß der Nebel gefriert. Das hat man im Winter auch wirklich oft. Die feinen Wassertheilchen, woraus der Nebel besteht, gefrieren, und setzen sich dann leicht an Bäume und andere Gegenstände an, die davon, wie mit weißlichen Härchen und Eisnadeln behangen, aussehen werden. Es rauhreift, heißt es dann. Der Rauhreif, auch Duft genannt, ist gefrorner Nebel,

wenn er sich an Bäume u. s. w. gesetzt hat. Wie entsteht also der Rauhreif? Worin kommt er mit dem Reif überein? Worin ist er davon verschieden?

Die Wolken sind nichts anders als Nebel in der obern Luftgegend. Ist nun da ein hinreichender Grad von Kälte, so wird auch dieser Nebel gefrieren. Die Wassertheilchen, woraus der Nebel besteht, gefrieren oder verwandeln sich in Eisspitzen, die wegen ihrer äußerlichen Feinheit noch in der Luft schweben, und (aus Ursachen, die uns weiter unten einleuchten werden) auch wohl in Berührung mit einander kommen, sich vereinigen und so groß werden, daß die Luft sie nicht mehr tragen kann, und sie so als Schneeflocken niederfallen. Es schneiet, sagt man dann. Wie entsteht also der Schnee? In der Hauptsache kommen Schnee und Rauhreif überein — wiefern? worin aber nicht? — Zuweilen fällt der Schnee nicht in Flocken, sondern in kleinen Spießen. Wie geht das zu? — Alsdann ist die Kälte in der Luft sehr groß, und so hängen sich die festgefrornen Dünste beim Herabfallen nicht an einander.

Wer die Schneeflocken genau beobachtet, findet sie, wenn nichts Störendes eine Ausnahme bewirkt hat, von durchaus regelmäßiger Gestalt. Sie sind, wie Sternchen von meistens 6 Strahlen, die alle unter gleichen Winkeln von einem Punkte ausgehen.

Auch der Schnee hat, wie alles in der Welt des weisen und guten Gottes, seinen vielfachen Nutzen. Ein zu starker Frost z. B. kann unsere Wintersaat zerstören. Oft sind aber bei starkem Froste unsere Felder und Wiesen mit einer Schneedecke belegt. Diese verhütet die Zerstörung, welche der Frost anrichten könnte.

Der Schnee enthält in sich manches, was die Fruchtbarkeit unserer Felder befördern kann. Dieses Befruchtende vereinigt sich mit dem Boden, wenn der Schnee aufthaut.

Unsere Quellen und Flüsse erhalten ihre Nahrung von

den Feuchtigkeiten, welche die Luft enthält, besonders auch mit von geschmolzenem Schnee.

Wenn in unsern langen Winternächten Schnee liegt, so ist es, selbst wenn der Mond nicht scheint, so hell, daß man fortkommen kann.

Vom Frost erstarrte Menschen, mit Schnee belegt, kommen oft wieder in's Leben zurück, so wie erfrorne Glieder, mit Schnee gerieben, gewöhnlich wieder hergestellt werden.

Die Vergnügungen, welche der Schnee gewährt, sind ja mannigfaltiger Art. Nenne etwas davon!

Der Regen fällt auf die Erde. Wären in diesem Falle Erde, Steine, Mauern, und was überhaupt von dem Regen naß wird, hinreichend kalt: so würde das Regenwasser bald davon zu Eis, alles wie mit Eis belegt und glatt werden. So geschieht es im Winter zuweilen, wenn beim Thauwetter der Erdboden noch hart gefroren ist; es glatteiset, und man darf sich dabei oft nicht ohne Gefahr zu fallen aus dem Hause wagen. Wann entsteht also das Glatteis? Worin ist es vom Reif verschieden?

Oft geschieht es, daß bei eingetretenem Thauwetter, besonders nach einem starken Frost, Mauern, Stein u. s. w. mit Eis belegt werden (ausschlagen, wie man es unrichtig benennt; besser hieß es: beschlagen). Wie ist das zu erklären, da die Luft beim Thauwetter doch nicht mehr so kalt ist, wie vorher? — Die Luft ist beim Thauwetter feucht. Die Feuchtigkeiten berühren auch die Mauern, Steine u. s. w. Diese haben aber, obwohl die Luft schon weniger kalt ist, noch die vorherige Frostkälte, und entziehen daher den wärmern Dünsten, welche sich an sie ansetzen, so viel Wärme, daß sie gefrieren.

Läßt sich das Gefrieren der Fenster vielleicht eben so erklären? Wie denn? — Vielleicht auch folgende Erscheinung: Wenn man hart gefrorne Aepfel, Kartoffeln u. s. w. in kaltes Wasser wirft, so setzt sich bald eine Eisrinde um diese. — Von den eiskalten Aepfeln, Kartoffeln — wird dem in der

Nähe befindlichen Wasser so viel Wärme entzogen, daß es zu Eis wird. Man pflegt das wohl unrichtig so auszudrücken: das Eis (der Frost) zieht aus den Kartoffeln, Aepfeln, — heraus. — Das ist demnach aber nicht eigentlich zu verstehen, da das in den Aepfeln — befindliche Eis es ja nicht ist, was sich um dieselben herum setzt, obgleich, indem das Wasser um die gefrornen Aepfel zu Eis wird, diese nach §. 15. inwendig aufthauen müssen — wie nämlich ist das noch? —

§. 20.

Licht und Schatten.

Wenn es dunkel ist, so können wir nicht sehen. Wenn wir sehen sollen, so muß es helle sein. Wenn diese Stube da, wo die Fenster sind, zugemauert wäre, so könnten wir hier nicht sehen; es wäre nicht helle, weil dann kein Licht hereinkommen könnte. So ist es allemal: soll es an einem Orte helle werden, so muß Licht dahin kommen. Licht ist die Ursache des Hellen; wo Licht mangelt, da ist es dunkel.

Das Licht des Tages (das wichtigste für uns Erdbewohner) erhalten wir von der Sonne. Nachts scheint uns die Sonne nicht, deßungeachtet können wir dann oft noch etwas sehen. Dies Licht kommt von den Sternen; aber heller noch als die Sterne es machen können, macht es dann oft der Mond. Unsere Wohnungen (Stuben) erleuchten wir Abends (besonders die Winterabende) gewöhnlich durch Talglichter, Oellampen —.

Allemal ist also Licht erforderlich, wenn wir sehen sollen, ob wir dies gleich auf verschiedene Art bekommen können. Daher nennen wir auch Licht das, was die Gegenstände um uns her helle (sichtbar) macht.

Es ist diesen Augenblick hier hell in der Stube. Auch die Wandtafel da ist hell. Doch kann Heinrich, der hinter dem Ofen sitzt, die Wandtafel jetzt nicht sehen. Das kommt daher, weil von der Wandtafel nun kein Licht in seine Au-

gen dringt. Es ist also nicht genug, um Gegenstände zu sehen, daß sie hell sind; es muß auch Licht von denselben in unser Auge fallen.

Diesen Augenblick sehe ich die Landcharte da, weil Licht von derselben in mein Auge fällt. Dies Licht aber kommt von der Sonne her. Es kommt also Licht von der Sonne in mein Auge. Doch sehe ich die Sonne selbst jetzt nicht. Wie geht das zu? — Die Sonne wirft Licht auf die Landcharte, und von dieser fällt wieder Licht in mein Auge.

So kommt also das Licht wohl von der Sonne, aber es trifft zuvor die Landcharte, und fällt von dieser erst gerade aus, ohne an etwas Anderes zu stoßen, in mein Auge. Daher sehe ich die Landcharte, aber nicht die Sonne.

Das gehört noch mit dazu, wenn wir einen Gegenstand sehen sollen: es muß Licht von demselben in gerader Linie in unser Auge fallen.

So ist es auch, wenn am dunkeln Abend ein brennendes Talglicht da auf dem Tische steht, und ich den Rücken nach dem Lichte hingekehrt habe. Die Wand da, von welcher dann Licht (welches sie aber von dem Talglicht empfängt) in mein Auge fällt, sehe ich wohl, nicht aber das Talglicht selbst — warum nicht?

Hier habe ich einen Spiegel. Wenn ich so da hineinsehe, so sehe ich die Landcharte so gut, als wenn ich sie geradezu ansehe. Es fällt doch, wenn ich in den Spiegel sehe, nicht von der Landcharte in gerader Linie Licht in mein Auge? —

Das Licht, welches mich die Landcharte in dem Spiegel sehen macht, fällt von der Landcharte in den Spiegel, bildet jene in diesem ab, und von dieser Abbildung (von diesem Bilde) fällt das Licht in gerader Linie in mein Aug zurück. Also fällt von dem, was ich eigentlich sehe (das ist hier das Bild) doch Licht in gerader Linie in mein Auge.

Man sagt daher von dem Lichte, daß es sich in gerader Linie fortpflanzt. Oder kurz so: Im Spiegel sehe ich nicht die Landcharte selbst, sondern das Bild davon, und von diesem Bilde fällt in gerader Linie Licht in mein Auge.

Wenn ich Abends ein Talglicht auf dem Tisch stehen habe, und ich sehe in den Spiegel, so erblicke ich da das Talglicht. Sehe ich aber alsdann die Landcharte an, wohin das Talglicht doch eben so viel Licht wirft, so sehe ich wohl die Landcharte, aber das Talglicht darin nicht. Wie geht das an? — Darauf läßt sich erst später mehr antworten, und jetzt nur noch das: Der Spiegel ist außerordentlich glatt, und nicht so die Landcharte; was aber so glatt ist, das ist dazu geschickt, nicht nur Licht, was darauf gefallen ist, zurückzuwerfen, sondern ganz so, wie es darauf gefallen ist, und dieses so, daß es dem menschlichen Auge gar ein Bild giebt von den Sachen, von woher Licht darauf fällt. — Das Licht wird von Spiegeln gewiß viel reiner und unverfälschter wieder zurückgegeben, als von Körpern, die nicht Spiegel sind.

Die geraden Linien, in welchen das Licht von den Körpern ausgeht und fortgepflanzt wird, nennt man Strahlen, Lichtstrahlen.

Von der Landcharte sehe ich nicht etwa zur Zeit nur Einen Punkt oder mehrere, sondern viele Punkte. Von jedem Punkte, den ich sehe, müssen doch Lichtstrahlen in mein Auge fallen. Unendlich viel Punkte sehe ich zu gleicher Zeit, wenn ich ein ganzes Feld, oder gar den ganzen Himmel übersehe. Es müssen also zu gleicher Zeit unendlich viele Lichtstrahlen in mein Auge fallen können. Das könnten sie aber nicht, wenn sie nicht äußerst fein wären.

Da habe ich ein Stückchen Papier. Darin habe ich mit einer Nadelspitze ein kleines Loch (Oeffnung) gestochen. Betrachtet einmal durch diese Oeffnung den Himmel. Ihr seht nicht etwa einen kleinen Theil des Himmels dadurch,

sondern überhaupt fast das ganze Himmelsgewölbe, wie mit einem Blick. Wie unzählig viel Lichtstrahlen fallen da auf einmal durch die kleine Oeffnung! Wie uns unbegreiflich fein muß also jeder Lichtstrahl sein!

In dem Glase nehmen wir keine Zwischenräume wahr, so klein sind diese. Doch dringt das Licht da hindurch, und in unser Auge. Auch dies giebt Beweis von der großen Feinheit des Lichts.

Durch die Fenster dringt das Sonnenlicht in die Stube, durch die Wand nicht. Das Glas läßt das Licht durch sich hindurch. So auch die Luft, welche uns umgiebt, sie läßt das Sonnenlicht und anderes Licht durch sich hindurch; reines Wasser auch, in Oel getauchtes Papier ebenfalls. — Das aber nicht allein; wir sehen auch durch die Fenster hindurch Häuser, Menschen, und was sonst draußen ist, beinahe oder gar völlig so gut, als wenn die Fenster nicht da wären —, so rein läßt Glas das Licht hindurch, die Luft auch, Wasser freilich auch, doch nicht völlig so gut. Eben weil wir durch Glas u. s. w. hindurch sehen können, heißen solche Körper durchsichtig. Die Wand ist undurchsichtig, durch sie geht gar kein Licht. — Dieser Bogen Papier (denselben gegen die Sonne oder nur gegen den hellen Tag gehalten) zeigt, daß es dahinter hell ist, es geht also Licht da hindurch. Aber ich kann doch nicht die Bäume, Thiere — sehen, die dahinter sind. Es ist also das Papier doch nicht durchsichtig, obwohl es Licht durchläßt.

Wenn die Sonne scheint, so bleibt auf der Seite eines undurchsichtigen Körpers (eines Baumes z. B.), die von der Sonne abgekehrt ist, eine Stelle dunkel. Die dunkle Stelle hat dann die Gestalt des Körpers selbst — des Baumes. — Man nennt dies Dunkle den Schatten. Undurchsichtige Körper geben, wenn sie erleuchtet werden, auf der entgegengesetzten Seite einen Schatten. Seht nur auf die von der Sonne abgekehrte Seite jenes Baumes, dieses Hauses, und (wenn ihr euch draußen hinstellt) von euch

selbst. Schatten ist also nichts anders, als ein Mangel des Lichts, hervorgebracht durch einen undurchsichtigen Körper, der auf der einen Seite erleuchtet wird. Jedoch müssen wir Schatten von dem gänzlichen Mangel des Lichts, den wir Finsterniß nennen, unterscheiden. Der Schatten zeigt sich in gewisser Gestalt (innerhalb wahrnehmbarer Grenzen); Finsterniß nicht. Nachts, wenn die Sonne nicht scheint, zumal wenn dann auch weder Sternen- noch Mondschein ist, haben wir Finsterniß.

Am Rande des Schattens von dem Baume (sehen wir) ist es weniger dunkel, als in der Mitte. Sicher fällt dahin etwas Licht mehr als an die andern Stellen, und das kann es auch, da ja die Stellen in der Nähe hell sind, und von diesem Hellen ja leicht etwas dahin fällt, wo Schatten ist, und am meisten nach dem Rande des Schattens. Solche dunkle Stellen, wo noch etwas Licht mehr hinfällt, heißen Halbschatten, wogegen das mittlere, mehr Dunkle, Kernschatten heißt. Beobachtet deßwegen nur euren eigenen Schatten beim hellen Sonnenschein ganz genau.

§. 21.

Leuchtende und dunkle Körper. Licht und Feuer. Nutzen.

Sobald ich die Sonne vor mir habe, so sehe ich sie. Das Haus da drüben sehe ich jetzt auch. Diesen Abend kann ich hier auch sein, und nach dem Hause hinsehen, aber ich sehe es doch vielleicht nicht; es ist dann dunkel. Die Sonne kann nicht dunkel sein; die hat ihr Licht von sich selbst. Das Haus aber kann dunkel sein, weil es sein Licht nicht von sich selbst, sondern von andern Körpern (von der Sonne, dem Monde u. s. w.) hat. Die meisten Körper, die wir in unserer Nähe haben (Bäume, Berge, unsere Erde selbst) sind nicht von selbst hell, leuchten nicht von selbst, und heißen daher dunkle oder (wenn sie gerade erhellt sind) erleuchtete Körper.

Doch giebt es außer der Sonne noch viele Körper, die von selbst leuchten; nur sind es wenige, bei denen wir das am hellen Tage erkennen können. Brennende und glühende Körper (Metalle besonders) leuchten auch am Tage, wenn gleich viel schwächer, als in der Nacht; im Dunkeln leuchten dagegen: die meisten Sterne (Firsterne), Irrwische, Sternschnuppen, faulendes Holz, das Johanniswürmchen, durchglühete Austerschalen, der Bologneser Stein (eine Art Schwerspath, der, wenn er etwa 4 Minuten dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen, wohl 18 Minuten hernach leuchtet, und zwar dieses entweder gleich, oder auch selbst noch nach einem Jahre und darüber, wenn er nämlich aus dem Sonnenschein genommen gleich eng und dicht gegen den Zugang der Luft verschlossen worden ist) —. Auch hat man eine fein zubereitete Kalkart, die im Dunkeln leuchtet, und Phosphorus heißt. Man kann damit Buchstaben schreiben, die Nachts hell leuchten. Davon machte jemand einen gefährlichen Mißbrauch; er schrieb damit über das Bett eines Geizhalses: „Bestelle dein Haus, du mußt sterben.“ Das machte diesem solchen Schreck, daß er wirklich starb. Wie gut, wenn man von dergleichen die Ursachen kennt, und so nicht davor zu erschrecken nöthig hat! Leuchtend ist auch ein Insekt (eine Schmetterlingsart) in Amerika und Asien, welches man Laternenträger nennt. Dieses hat eine große hornartige Blase am Kopfe, welche hohl und durchsichtig ist, und im Dunkeln so stark leuchtet, daß das Insekt den Einwohnern völlig statt einer Laterne dient. Doch giebt es nur so lange es lebt dieses Licht. — Worin unterscheiden sich also leuchtende Körper von dunklen oder erleuchteten.

Warum solche Körper nur im Dunklen leuchten, und am Tage nicht? — Das Tages- oder Sonnenlicht macht so starken Eindruck auf unser Gesicht, daß wir das schwächere Licht dieser Körper nicht gewahr werden können.

Die Firsterne leuchten beständig auch am Tage, wenn

wir sie gleich nicht sehen. Der Bologneser Stein leuchtet nicht beständig, die durchglühete Austerschale auch nicht. So ist es ja auch mit einer Siegellackstange; die kann man so lange reiben, daß sie im Dunkeln leuchtet; aber dieses Leuchten geht schnell vorüber. — Also welcher Unterschied zwischen verschiedenen leuchtenden Körpern? —

Brennende und glühende Körper leuchten auch von selbst. Durch Reiben läßt sich (wie wir wissen) Wärme in den Körpern aufregen, und so stark, daß die Körper brennend oder glühend werden. — So scheint demnach nicht bloß Wärme in allen Körpern, wenn auch nicht frei so doch gebunden, vorhanden zu sein; sondern auch Licht. Wenn Wärme stark genug in dem Körper aufgeregt ist, so tritt sie nach außen hin hervor — sie strahlt auch; weiter noch strahlt das Licht nach außen hin. Auch das Licht scheint eine ausdehnbare Flüssigkeit zu sein.

Wer im Dunkeln ein helles Leuchten in der Ferne sieht, sagt gewöhnlich nicht: da ist ein Licht, sondern: ein Feuer. Warum so? Oft ist ein solches Licht eine Folge der glühenden oder brennenden Hitze (des Feuers). Daher ist dem Menschen es so natürlich, da, wo es sehr hell ist, sich ein Feuer zu denken. Das glühende oder brennende Feuer gehört also auch zu den leuchtenden Körpern. Daraus folgt aber nicht, daß jeder leuchtende Körper heiß oder ein Feuer ist. Das ist ja nicht das Johanniswürmchen, der Laternenträger, das faulende Holz, gewiß auch die Sonne selbst nicht, wenn sie gleich auch Wärme erregt.

Gut ist es aber, daß große Hitze, daß Feuer mit Licht verbunden ist; wie leicht würde man sonst glühenden Sachen oder dem Feuer selbst, zu nahe kommen, und sich verbrennen? Eine Feuersbrunst kündigt dem fernen Menschenfreunde die Noth seiner Brüder an, und ruft so Hülfe herbei, welche ohne das Leuchten des Feuers wohl ausbleiben würde.

Dies veranlaßt uns, hier noch das Wichtigste von dem

Nutzen des Lichts und des Feuers hinzuzufügen. — Alles, was wir bloß durch unser Gesicht erkennen (und durch welchen unserer Sinne erkennen wir denn mehr?) bliebe ohne Licht uns stets verborgen. Jeden genußreichen Anblick der schönen Gottesnatur, jeden freundlichen Blick der uns Wohlwollenden, entbehrten wir; unser Auge selbst wäre uns völlig unnütz, wenn das Licht nicht wäre. Besonders ist es das Sonnenlicht, welches so herrlichen Genuß gewährt, welches Leben giebt und Leben erhalten hilft; ohne welches die Pflanze ihr liebliches Grün nicht hätte.

Und das Feuer — ja schreckliche Verwüstungen richtet es auf der Erde an; aber wie gering gegen den Nutzen desselben! Wärme wird hier mit Feuer, als höherem Grad derselben, gleichbedeutend genommen.) Ohne Wärme würde jede Flüssigkeit (das Wasser, das Blut — würden alle Säfte —) zu Eis werden und alles erstarren. Jedes Leben würde aufhören, keine Pflanze würde wachsen. Ohne Feuer könnten wir unsere Zimmer nicht erwärmen, unsere Speisen nicht kochen, kein Metall schmelzen, und wir entbehrten all die schönen Sachen und Werkzeuge, welche aus Metall bereitet werden. Doch das wäre auch gar nicht nöthig; da wir ohne Feuer und Wärme unsern eigenen Leib, das Leben selbst nicht hätten, und — für diese Welt wenigstens — gar nicht wären. So gehört also Feuer eben sowohl zu den Unentbehrlichkeiten des Lebens, wie Luft und Wasser, und fordert uns eben so dringend auf zum kindlichen Danke gegen unsern Schöpfer, wie das Leben selbst uns dazu auffordert.

§. 22.

Magnet und magnetische Kraft.

Hier auf dem Tische liegt Eisenfeil. In der Hand habe ich ein kleines Stäbchen von Eisen. Seht, was nun geschieht — das Eisenfeil bewegt sich in die Höhe bis an das eiserne Stäbchen, und daran bleibt es sitzen. Da habe

ich ein anderes eisernes Stäbchen. Daran setzt sich das Eisenfeil, selbst wenn ich's dicht daran halte, nicht.

Hier liegt eine Stricknadel, die bewegt sich auch nach dem ersten Stäbchen. Da ist eine andere Nadel, die sich nach dem zweiten Stäbchen nicht bewegt, wohl aber (seht nur!) nach dem ersten.

Wie geht das alles zu? Das erste eiserne Stäbchen zieht das Eisenfeil und die Stecknadel an sich, es muß also eine Kraft, die dies bewirkt, besitzen (eine anziehende Kraft). Aber warum besitzt das zweite Stäbchen, das doch auch von Eisen ist, diese Kraft nicht? — Ich will euch sagen, was mit dem ersten Stäbchen vorgenommen ist, um ihm die erwähnte anziehende Kraft mitzutheilen. Man findet in einigen Eisenbergwerken, selbst in Deutschland im Harz, vornämlich aber in Schweden, Norwegen, Ungarn, Ostindien, Sibirien und Mexico einen Stein, der mit Eisentheilchen vermischt ist (ein Eisenerz). Dieser Stein sieht dunkelgrau, meist schwärzlich aus, und zeigt an sich gerade die Wirkungen, welche wir beim ersten Eisenstäbchen bemerkten. — Welche nämlich? Diese Wirkungen äußert der Stein auf jedes Eisen. Ein nicht eben großer Stein der Art kann oft mehrere Pfund Eisen festhalten. Magnet heißt der Stein.

Zu Magnesia in Kleinasien soll zuerst die anziehende Kraft dieses Steins entdeckt worden sein, und er daher den Namen erhalten haben.

Hier habe ich einen Magnet. Seht! daran hängt sich eine Nähnadel, an diese noch eine, daran auch eine, und ebenfalls an diese; aber — diese vierte Nadel will die fünfte nicht mehr halten. Es ist sonach jenen Nadeln die Kraft anzuziehen, durch bloßes Anhängen mitgetheilt worden. — Nun nehme ich die Nadeln ab und von einander. Ob sie auch getrennt von dem Magnet noch sich anziehen? — Ja, es geht etwas, doch nicht so gut mehr. Nehme ich sie nochmals aus einander; nun geht es mit der Anziehung noch

schwächer, und — noch einmal, geht's gar nicht mehr. — Das sieht man: Eisen, welches vom Magnet angezogen ist, zeigt auch magnetische Wirkungen, aber nur schwach, und von kurzer Dauer.

Wenn man aber ein Stück Eisen auf die Art, wie es weiter unten genauer bezeichnet wird, mit dem Magnet oder Stahl streicht (das nennt man: magnetisirt), so wird ihm die gedachte anziehende Kraft, welche magnetische Kraft heißt, in ordentlicher Stärke und auf die Dauer mitgetheilt. So ist also der erste eiserne Stab wohl magnetisirt worden, der zweite nicht; daher die Verschiedenheit. Das magnetisirte Eisen oder Stahl heißt auch der künstliche Magnet zur Unterscheidung von dem durch die Natur so gewordenen, oder dem natürlichen Magnet.

Man hat früher geglaubt, daß der Magnet nur auf Eisen und keine anderen Körper anziehend wirkte. Jetzt weiß man aber, daß er auch gegen Nickel und Kobalt (zwei andere Metallarten) anziehende Kraft äußert, nur schwächer als gegen Eisen.

Da liegt ein Stückchen Papier ganz ruhig auf dem Wasser in dieser Schale. Nun im Augenblick bewegt es sich; es folgt meiner Hand, worin ich das magnetisirte Eisen halte. Wie geht denn das zu? Wollen's untersuchen. Es ist ein wenig Eisenfeil im Papier. Das wird an- und fortgezogen, und so muß das Papier mit. Es wirkt also die magnetische Kraft durch das Papier hindurch.

Was nun aber? — Das Eisenfeil richtet sich auf dem Tisch in die Höhe und bewegt sich. Das kommt, weil ich die Hand mit dem (künstlichen) Magnet unter dem Tisch bewege. Also auch durch den Tisch, kurz: durch jeden Körper (Holz, Stein, Glas, und jede Art von Metall, Eisen ausgenommen, —) wirkt die magnetische Kraft hindurch, und auf einem dahinter befindlichen Körper, wenn er Eisen enthält, und zieht ihn, wenn er nicht zu groß ist und sich frei bewegen kann, auch wohl an sich.

„Eisen ausgenommen" heißt es eben. Wie ist das zu verstehen? — Seht hier, das Eisenfeil auf dieser Eisenplatte rührt sich nicht, obwohl ich den Magnet unter der Platte bewege. Woher das? — Die Eisenplatte selbst wird von dem Magnet gezogen, wenn sie gleich, da sie zu schwer ist, der Anziehung nicht wirklich folgt. Der Magnet müßte noch stärker ziehen, wenn die Platte folgen sollte; er erschöpft also seine Ziehkraft an der Platte, und richtet damit doch nichts aus — hat also für das Eisenfeil keine Kraft mehr übrig.

Seht dieses eiserne Stäbchen (es ist ein künstlicher Magnet). Durch die in der Mitte befindliche kleine Oeffnung geht ein Faden, mit welchem ich es an den Boden hängen will. Es hängt so, daß beide Enden gleich hoch sind. Seht, noch bewegt es sich hin und her. Nun aber ist es in Ruhe, und — das eine Ende zeigt nach Norden, das andere nach Süden hin. Oder gebt nur weiter Acht! Ich habe hier ein kleines Brett, das will ich da ins Wasser legen. Es bleibt ruhig oben. Nun lege ich den Magnet auf das Brett; gleich kehrt sich dieses um, bewegt sich etwas hin und her, und nun — ist es wieder ruhig, und dasselbe eine Ende zeigt, gerade wie vorher, nach Norden, das andere nach Süden. Dasselbe, daß der Magnet mit dem einen Ende nach Norden, mit dem andern nach Süden zeigte, würden wir auch beim natürlichen Magnete bemerken, wenn wir ihn hier nur hätten, und so frei aufhängten, oder auf das schwimmende Brett legten. Mit diesem Ende zieht der Magnet auch am stärksten das Eisen an sich; daran hängt sich auch (seht nur her!) das meiste Eisenfeil. Diese beiden Enden oder Endpunkte heißen die Pole des Magnets; der, welcher sich nach Norden richtet, heißt der Nordpol, der andere der Südpol.

Da habe ich zwei magnetisirte Stücke von Eisendrath. Seht, das eine hängt sich mit der einen Spitze an die eine Spitze des andern. Merkt aber weiter! an die andere Spitze

des erstern hängt sich dieselbe Spitze des andern Eisendraths nicht. — So ist es allemal: zwei Magnete hängen sich nur aneinander, wenn der Nordpol deß einen mit dem Südpol des andern zusammenkommt. Gleichnamige Pole aber ziehen sich nicht an; es zieht sich nicht Südpol an Südpol und Nordpol an Nordpol. Daher nennt man auch die gleichnamigen die feindlichen, die ungleichnamigen die freundschaftlichen Pole.

Noch ist folgendes Eigene hier zu bemerken. Wenn eine eiserne Stange magnetisirt wird, so wird das Ende, welches mit dem Nordpol des Magnets gestrichen wird, der Südpol, und das, welches man mit dem Südpol streicht, der Nordpol des künstlichen Magnets.

Wäre man nun an einem unbekannten Orte, und wüßte da nicht, wo Süden, wo Norden wäre, man hätte aber einen Magnet: so dürfte man den nur, wie vorher, frei aufhängen, und sehen, wohin der Nordpol und wohin der Südpol zeigte; gleich wüßte man Bescheid. Das ist den Seefahrenden auf dem oft unbekannten Meere von großer Wichtigkeit.

Ehe man die Eigenthümlichkeit des Magnets, nach Norden und nach Süden zu zeigen, kannte, wagten sich die Seefahrenden nicht leicht so weit von den Küsten, daß sie kein Land mehr sehen konnten. Aber nach dem konnten sie nach den entferntesten Ländern der Erde, nach bekannten und unbekannten, hinkommen, konnten und können nach und nach immer mehr Länder und Völker kennen lernen, davon großen Nutzen ziehen und ihnen Nutzen bringen. Doch davon weiter unten ein Mehreres.

§. 23.

Electricität und deren Wirkungen.

Da auf dem Tische liegen kleine Papierstückchen, da Flaumfedern, und da Sägespäne. Diese Siegellackstange will ich mit dem (trockenen) wollenen Läppchen reiben —

seht! wie sie die Papierstückchen anzieht und nun einige wieder abstößt, andere festhält. Noch einmal gerieben — auch die Flaumfedern zieht sie an und stößt sie wieder ab. Noch einmal — auch die Sägespäne. — Dasselbe würde erfolgen, wenn ich Glas, Harz, Bernstein — reiben würde. Im Dunkeln würde man stark geriebenes Siegellack, Glas u. s. w. auch noch leuchten sehen. Ja, wäre die Oberfläche der Siegellack- oder Glasstange groß genug, und würde sie ziemlich stark gerieben: so würde aus derselben, wenn ich einen Knöchel meines Fingers, oder etwa ein Stück Metall ihr näherte, ein Funke oder Feuerbüschel mit einem kleinen Geräusch, einem Knistern — sich sehen lassen, und ich im vorigen Fall in meinem Fingerknöchel ein Stechen oder Brennen empfinden. Wenn man solchen Funken mit der Zunge auffinge, so würde man außer dem Stechen einen etwas säuerlichen Geschmack erhalten. Hält man das geriebene Glas ꝛc. dem Gesichte nahe, so hat man auch wohl eine solche Empfindung, als ob das Gesicht in ein Spinnengewebe gesteckt würde. Bei etwas größerer Stärke würden, wenn man dabei auf einem Schemel stände, der auf Glas oder Harz ruhete, sich die Haare empor richten. Ebenfalls merkt man einen süßlichen Geruch. —

Sonach nehmen wir die durch solches Reiben hervorgebrachte Wirkung, wenn sie stark genug ist, wahr durch alle 5 Sinne: durch das Gesicht (was?), durch das Gehör (das Knistern), durch den Geschmack, durch das Gefühl und den Geruch.

Es muß also in Glas, Siegellack, Harz, Bernstein — etwas sein, was die angeführten Wirkungen hervorbringt; man nennt dieses Etwas electrische Materie, und (besonders, wenn sie sich wirksam zeigt) Electricität. Doch sagt man bald Electricität, bald electrische Materie, und meint gerade dasselbe. Auch wir wollen es darin noch nicht so genau nehmen.

Den Namen hat man gewählt nach dem Bernstein,

der griechisch Elektron heißt, und an dem man solche Wirkungen zuerst wahrgenommen haben will.

Die Electricität zeigt sich nach dem Angeführten wirksam, wenn die erwähnten Körper gerieben werden. Ohne dieses scheint sie in den Körpern zu ruhen. So hat also die electrische Materie mit der Wärme oder Wärmematerie Aehnlichkeit — welche ist diese? — Wärme läßt sich in fast jedem uns bekannten Körper durch Reiben aufregen oder frei machen. Ob das bei der Electricität auch so ist? — Wenn man außer den genannten Körpern Pech, trockene Haare und Wolle, trockene Luft, sehr harte Steine, blaue Seide ꝛc. reibt: so zeigt sich die Electricität sehr merklich. Nicht aber so bei dem Metall, dem Fleisch der Thiere, dem Wasser, (jedem flüssigen Körper) bei Schnee, Rauch u. s. w., diese Körper zeigen, wenn sie gerieben werden, keine sehr merkliche Electricität.

Früher glaubte man auch allgemein, daß Metall u. s. w. nach einem Reiben gar keine Electricität zeigen könnten. Man hat aber gefunden, daß man eine Metallröhre nur an einem Ende mit Seide dicht und fest umwickeln und daselbst mit einer Hand fest umfassen darf, indem man das andere Ende etwa mit einem trockenen Katzenfelle stark reibt, um auch in Metall Electricität aufzuregen. Aehnliches hat man auch, wenn auch weniger sicher, bei andern Körpern, wovon man es bisher nicht glaubte, gefunden.

Demnach findet hier nur der Unterschied Statt: In einigen Körpern läßt sich Electricität durch Reiben leicht erregen, in andern nicht leicht oder gar sehr schwer. So ist es ja auch in Ansehung der Wärme; in einigen Körpern macht Reiben die Wärme leicht frei, in andern, besonders in flüssigen, schwer.

Die Körper der schwer erregbaren Electricität hielt man bis dahin für solche, in denen durch Reiben diese Erregung nicht möglich sei, und nannte sie daher unelectri-

sche Körper, dagegen die der leicht erregbaren Electricität allein electrische Körper.

Aber, wenn ich mich dem Metall, in welches Funken gefahren sind, nähere, so merke ich doch keine electrische Wirkungen. Wo ist denn die Electricität geblieben? — Entweder hielt ich das Metall in der Hand, oder es lag auf dem Tisch, an der Erde u. s. w., und so wird die Electricität durch dasselbe hindurch- und in die Körper übergegangen sein, die es berührte. — Aber wenn ich das Metall, in welches ich electrische Funken leite, auf Glas, Pech, Harz, Siegellack — gelegt oder an einem seidenen Faden aufgehängt habe, und ich nähere mich demselben, so empfinde ich electrische Wirkungen. Diese mehr electrischen Körper (Harz u. s. w.) haben also die Electricität von dem Metall nicht angenommen, oder doch nicht weiter fortgeleitet. — Auch folgendes findet man: Wenn man einer hinreichend geriebenen Glasröhre einen andern electrischen Körper z. B. Harz, Siegellack — nähert, so geht kein Funke da hinein, wie es doch bei Metall, meinem Fingerknöchel — der Fall ist. Bloß wenn solcher Körper jene Glasröhre berührt, so merkt man zuweilen, aber bloß an der Stelle, wo die Berührung geschehen, geringe Wirkung, als Anziehen leichter Sachen —. Metall aber, welches Electricität empfangen hat, theilt von jeder Stelle aus, und oft stark, die Electricität wieder mit.

Aus diesem Allen scheint sich zu ergeben:

Die (bisher genannten) unelectrischen Körper nehmen leicht von andern Körpern Electricität an, verbreiten diese durch alle ihre Theile hindurch und theilen sie andern dafür empfänglichen Körpern auch leicht mit.

Electrische Körper dagegen nehmen selten oder doch schwer von andern Electricität an, und wo das, so bleibt diese nur an einer Stelle; auch geben sie selbige nur von diesem Punkte und schwach wieder ab.

Jene heißen Leiter der Electricität d. i. sie sind gute Empfänger und schlechte Bewahrer der Electricität;

diese dagegen Nichtleiter — schlechte Empfänger, aber bessere Bewahrer der Electricität.

Welche Aehnlichkeit wieder hierin mit guten und schlechten Wärmeleitern?

Beispiele von Electricitätsleitern sind: Kupfer, Silber, Gold, Eisen, Zinn, Blei, Zink, — Wasser, lebende Pflanzen, Thierkörper, Rauch, Dampf —;

von Nichtleitern: Siegellack, Harz, Pech, Bernstein, Glas, Schwefel, Wachs, Phosphor, Seide, durchsichtige Edelsteine, trockene Luft —.

Unter den Leitern giebt es bessere uud schlechtere, und einige scheinen eigentlich den Uebergang zu machen von den Leitern zu den Nichtleitern. Das sind solche, in welchen sich in Etwas, doch immer wenig, durch Reiben Electricität aufregen läßt, und welche diese auch, wenn gleich nur schwach, durch sich hindurch und fortleiten. Dahin gehören trockene Marmorplatten, halb trockenes Holz, welches nicht erwärmt ist, Papier, Baumwolle —. Halbleiter nennt man solche wohl.

Nichtleiter können auch zu Leitern werden, überhaupt wenn sie feucht werden, und sonst, wenn sie aus dem festen in den tropfbar flüssigen Zustand übergehen, als: Glas, Harz, Wachs, Seife —.

Wenn in dem Nichtleiter die Electricität aufgeregt ist, so heißt er: (durch Reibung) electrisirt. Ist dem Leiter Electricität mitgetheilt, und er steht so von Nichtleitern umgeben, daß er die Electricität nicht fortleiten kann, so ist er auch electrisirt, und zwar durch Mittheilung. Auf wie vielerlei Art können also Körper electrisirt werden? — Die trockene Luft ist ein Nichtleiter. Die Erde aber ist ein Leiter. Würde daher ein anderer Leiter, der die Erde berührt, aber von trockener Luft umgeben ist, durch Mittheilung Electricität empfangen: so würde er diese in die Erde leiten,

mithin nicht electrisirt werden. Stände er aber z. B. auf Glas, Pech, Harz u. s. w., so würde er die Electricität behalten (electrisirt). So macht man es auch, wenn man einen Leiter electrisiren will; man stellt ihn so, daß er ganz von Nichtleitern umgeben ist, und dies nennt man: ihn isoliren (d. i. von Leitern absondern. Daher führen die Nichtleiter auch wohl den Namen Isolatoren — d. h.?—)

Ich kann mich selbst auch isoliren und in dieser Lage electrisiren. Wenn ich mich z. B. auf Glas, einen Pechstuhl ꝛc. hinstelle, und schlage dann, etwa mit einem trockenen Katzenfelle, eine Zeitlang gegen eine gekalkte Wand: so wird in dem Katzenfell die Electricität aufgeregt und mir mitgetheilt. Ich stehe also dann electrisirt da. Kommt nun sonst jemand mir nahe, so fährt aus meinem Körper ein Funke, und er erfährt die mehr erwähnten electrischen Wirkungen (welche meine ich?). Ja, noch mehr. Wäre ich in einem hohen Grade electrisirt, so würde der Andere eine sehr empfindliche, heftige Erschütterung durch seinen Körper hindurch bekommen. (Vielleicht hätte der Lehrer Gelegenheit, solchen Versuch selbst anzustellen.)

§. 24.

Bisher vorgekommene flüssige Materien: Wasser, Luft, Wärme, Electricität ꝛc. — Gewitter. —

Wasser und Luft sind flüssige Materien (aber mit welchem Unterschiede?). Wenn Wärme, Licht, Magnetismus auch Materien sind, so gehören sie unstreitig auch zu den Flüssigkeiten (warum?). Von Wasser und Luft läßt sich das Gewicht bestimmen, und sie heißen daher wägbar; aber von den übrigen bisher noch nicht, und wir nennen sie unwägbar.

Wenn Wasser an einer Stelle hoch, an der andern dicht daran aber niedrig ist, so fließt dasselbe (sobald nicht etwa ein Damm den Lauf aufhält) von jener nach dieser Stelle, so lange bis es ins Gleichgewicht kommt, das ist, bis es an

beiden Stellen gleich hoch ist. Auch die Luft bewegt sich aus der Gegend, wo sie dichter ist, dahin, wo sie weniger dicht oder dünner ist. Daraus entsteht ja der Wind. Eben so gehts bei mehreren bei einander befindlichen Körpern, die verschiedenen Grad der freien Wärme enthalten; die Wärme strömt aus dem einen Körper in den andern über. Welcher Körper wird nämlich an freier Wärme verlieren? — welcher gewinnen?

So wie mit Wasser, Luft und Wärme scheint es auch mit der electrischen Materie zu gehen. Enthält ein Körper freie Electricität und der andere nicht, oder hat er mehr freie Electricität, als ein anderer (Leiter) in seiner Nähe, so strömt die Electricität aus dem einen in den andern über (s. vorher §. 23.). Es ist demnach die Electricität wohl ebenfalls eine flüssige Materie.

Je größer der Unterschied zwischen dem Stand des Wassers auf einer Stelle und der benachbarten ist, desto stärker läuft es von jener zu dieser Stelle hin (desto stärker ist der Fall des Wassers). Wann ist auch der Wind um so stärker? Wann wird auch z. B. eine Stube um so schneller durch einen geheizten Ofen erwärmt? — Es geschieht also der Uebergang der flüssigen Materie aus einem Körper oder einer Gegend in andere Körper oder Gegenden um so stärker und schneller, je mehr ihr Gleichgewicht aufgehoben ist.

Obs mit der electrischen Materie eben so geht? — Man hat Werkzeuge erfunden, die man alle Electrisirmaschinen nennen kann, und wovon weiter unten kurze Beschreibungen folgen sollen. Durch diese läßt sich die Electricität in einem sehr hohen Grad durch Reiben erregen. Ist nun vermittelst solcher Maschinen ein isolirter Körper sehr stark electrisirt, und es wird demselben ein anderer Leiter nahe genug gebracht: so bricht die Electricität mit großer Gewalt hervor, zeigt sich in einem schnell sich bewegenden Feuerfunken (einem Feuerstrahl in verschiedenen Krümmungen ähnlich), giebt den Laut eines starken Knisterns und theilt sich

so dem Leiter der Electricität mit. Auf solche Art hat also auch die electrische Materie ein Bestreben, das aufgehobene Gleichgewicht wieder herzustellen, und dies Bestreben zeigt sich um so stärker (mit um so größerer Gewalt), in einem je höhern Grade das Gleichgewicht aufgehoben ist.

Wir sahen gestern: die geriebene Siegellackstange zog die Papierstückchen an und stieß sie wieder ab, zog sie nochmals an und stieß sie ab u. s. w. Wie folgt das? Zwischen der Siegellackstange und den Papierstückchen war das Gleichgewicht der Electricität aufgehoben. Jene zog diese an und theilte ihnen Electricität mit, daß so das Gleichgewicht wieder hergestellt wurde, und stieß dann die letzten wieder nach dem Tisch zurück. Die Papierstückchen theilten die Electricität dem Tische mit, und dadurch ward das Gleichgewicht der Electricität zwischen jenen und dem Siegellack wieder aufgehoben. Deßwegen zog dieses die Papierstücke wieder an und stellte das Gleichgewicht wieder her, und das ging so fort, bis das Siegellack keine aufgeregte Electricität mehr hatte. So gings auch mit den Flaumenfedern zu; wie nämlich?

Wenn nun ein isolirter Leiter stark electrisirt wäre, und es wären andere Leiter nahe genug, und dabei so leicht, daß jener sie zu sich hinziehen könnte (wie die Papierstücke —), um ihm so seine Electricität mitzutheilen, so würde er das thun, und dadurch das Gleichgewicht in der Electricität wieder herstellen. Wäre aber der andere nicht so leicht, daß er sich hinziehen ließe, so würde bei gehöriger Nähe die Electricität aus jenem gewaltsam als electrischer Funke hervorbrechen und zu diesem herüberfahren.

Die Luft hat oftmals auch viele freie Electricität. Das hat man wohl untersucht, indem man einen Drachen (den ihr ja alle kennt) bis zu einer solchen Wolke hinsteigen ließ, wo man Electricität nach dem Ansehen vermuthete. Der Drachen war aber nicht von bloßem Papier, sondern von Gold- oder Silberpapier, und daran eine Schnur, von Me-

talldraht durchflochten, so daß alles Leiter war. Die Schnur wurde an einen Pfahl gebunden. Als man darauf der Schnur Metall näherte, so zeigten sich electrische Funken.

Etwas weiß man auch davon, wie freie Electricität in die Luft kommt. Mit den Dünsten steigt solche in die Höhe, aber auch wird sie wohl auf andere Art noch da entstehen. Die Luft ist nun ein Nichtleiter, und das um so mehr, je trockener sie ist, und am trockensten ist meistens die obere kältere und dünnere Luft. Wenn da denn freie Electricität sich sammelt, so kann sie nicht leicht fortgeleitet werden. Feuchte Luft und Wolken aber sind Leiter.

Leicht bilden sich da, wo viel Electricität ist, auch Wolken; denn durch jene werden die ausdehnbaren Flüssigkeiten leicht in tropfbare oder in Nebelbläschen verwandelt. Solchen Wolken wird dann die Electricität mitgetheilt. Auch werden leicht andere Wolken, wenn sie nicht zu entfernt sind, von der Luftschicht oder Stelle, wo viel Electricität ist, angezogen, von dieser Stelle nach einer andern solchen Stelle hin u. s. w., und empfangen so immer mehr Electricität. Diese aber können die Wolken so leicht nicht wieder los werden, weil sie ja isolirt sind. Doch strebt die Electricität, nach allen Seiten hin auszubrechen, und sie dehnt die Wolken auch dahin aus, woher denn diese auch gern eine runde Gestalt annehmen. Gesetzt nun, eine solche Wolke käme einer wenig oder gar nicht electrisirten Wolke, oder einem andern Leiter (einem Baum, einem Gebäude —) nahe: so würde die Electricität aus jener hervorbrechen und sich diesen Leitern mittheilen. Dieses Hervorbrechen würde um so stärker und mit um so mehr Kraft erfolgen, je mehr das Gleichgewicht der Electricität aufgehoben wäre. — Das geschieht denn wirklich oftmals. Es bricht dann die Electricität in einem großen feurigen Funken hervor, und zwar so, daß er rund, wie ein feuriger Ball erscheinen würde, wenn er sich nicht so ungemein schnell bewegte; nun aber bewegt er sich sehr schnell in verschiedenen Krümmungen durch die Luft, so

daß wir ihn wie einen, bald so, bald anders gekrümmten Feuerstrahl wahrnehmen. Das ist der Blitz. Was verstehen wir also unter Blitz? oder vielmehr: wie entsteht er?

Wie aber entsteht der mit dem Blitz gewöhnlich verbundene Donner? Wir könnten antworten: Der Blitz-(Ball) fährt so schnell durch die Luft, daß kein Mensch diese Schnelligkeit noch hat berechnen können. Das giebt starke Lufterschütterung (Schwingung), und muß wohl auch stark schallen. Ein electrischer Funken durch Reibung des Glases erzeugt, knistert ja schon.

Aber der Donner hat mit diesem Knistern sehr wenig Aehnlichkeit. Das Knistern ist allemal gleich vorbei; der Donner dagegen ein großer Knall, dauert oft ziemlich lange, fängt gewöhnlich wenig stark an, wird stärker, wieder schwächer, und oft noch einmal oder mehrmals stärker und schwächer, ehe ein einziger Donner vorbei ist.

Könnte es damit nicht vielleicht zugehen, wie mit dem Knall eines Schusses, etwa einer Kanone? — Wenn nämlich die Kanone losgeschossen wird, so entsteht im Lauf derselben mit der größten Schnelligkeit ein luftleerer Raum. Mit eben solcher Schnelligkeit dringt die äußere Luft wieder hinein. Das macht die Luft um die Kanone sehr dünn. Die benachbarte Luft verdichtet sie schnell wieder. Dadurch kommt wieder Verdünnung, auch gleich wieder Verdichtung. Auf solche Art erfolgt Verdünnung und Verdichtung schnell hinter einander nach allen Seiten hin, in immer größerm Umfange, und jedes Ohr, welches innerhalb der so bezeichneten Kugel der Luftschwingungen sich befindet, vernimmt den Kanonendonner oder Knall.

Nun ist es bekannt, daß die noch viel schnellere Blitzkugel nicht nur die Gegenden, wodurch sie fährt, unbegreiflich schnell luftleer macht, sondern auch da eben so schnell die ausdehnbaren (luftförmigen) Dünste in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt, welche nun viel weniger Raum einnehmen, als vorher. Danach entstehen in sehr großen Ausdehnungen

äußerst schnell sehr große Luftleeren oder doch Verdünnungen. Da kann es denn nicht anders sein, als daß ein sehr starkes knallähnliches Geräusch entsteht, welches wir Donner nennen. Daß dieser Knall nun bald stärker, bald schwächer wird, kann daher kommen, daß in der einen Gegend mehr luftförmige Dünste sind, die in tropfbare Flüssigkeit übergehen, als in der andern Luftgegend. Dazu kommt hier nicht blos ein Knall von Einer Stelle, sondern überall daher, wohin der Blitz kommt und Luftleeren macht; da ist die letzte Stelle oft weit von der ersten entfernt.

Die ganze Naturerscheinung oder Begebenheit, die als Donner und Blitz unsern Sinnen bemerkbar wird, heißt Gewitter. Wir wissen also jetzt, wie ein Gewitter entsteht — wie nämlich?

§. 25.

Einige Fragen in Betreff einiger Erscheinungen in Begleitung des Gewitters oder doch in Beziehung darauf.

1) Woher der oft so heftige Wind beim Gewitter?

Der Blitz verursacht in großen Räumen schnell große Luftverdünnungen, und das dadurch aufgehobene Gleichgewicht strebt die Luft wieder herzustellen. Das giebt starken Wind.

2) Woher so gewöhnlich der starke Regen?

Die Wolken selbst und die Wassertheilchen, woraus sie bestehen, nähern sich schnell einander; die letztern fließen also leicht zu großen Tropfen zusammen. Der Wind trägt zu dieser schnellen Annäherung auch das Seinige bei. Die plötzlichen großen Luftverdünnungen durch den Blitz bringen auch plötzliche Kälte und dadurch plötzliche Zusammenziehungen der Wolkentheilchen zu vielen Tropfen. Also muß wohl starker Regen erfolgen.

3) Woher der das Gewitter so oft begleitende Hagel?

— Zuerst aber die Frage: Woher entsteht der Hagel überhaupt?

Das Wasser gefriert, wenn ihm hinreichend Wärme entzogen wird. Würden die Regentropfen auf ihrem Wege durch sehr kalte Luftgegenden kommen, so wäre es ja möglich, daß ihnen so viel Wärme entzogen würde, daß sie sich in Eisstücke verwandelten, die wir Hagel nennen. So hat man sich das Entstehen des Hagels auch zu erklären gesucht. Indeß man sieht es schon gewöhnlich den Wolken an, wenn sie uns Hagel bringen. Auch hört man beim Herannahen solcher Wolken oft ein Rasseln, welches wahrscheinlich vom Aneinanderstoßen schon vorhandener Hagelkörner herkommt. So bildeten sich diese Körner also nicht erst aus schon herabfallenden Regentropfen, was auch schon deßwegen nicht anzunehmen ist, weil die Hagelwolken so tief hängen, daß die Hagel gewiß nicht über eine Minute gebrauchen, um herunter zu kommen. Wie sollten denn sobald solche Stücke zusammenfrieren können? — Wie indeß der Hagel entstehen mag, darüber vorläufig (denn in §. 66. folgt etwas mehr) folgendes: Man bemerkt oft inwendig in diesen Körnern einen Schneekern. Daraus schließt man, der Hagel bilde sich in Schneewolken, wo der Schnee zu schmelzen anfange. Da müßte dann nach entstandener Wärme (die den Schnee schmelzt) gleich ein ziemlicher Grad von Kälte entstehen. Nun weiß man, daß in der Nähe stark electrisirter Gewitterwolken eine schnelle und starke Abwechselung von Wärme und Kälte Statt findet. Daher ist es wohl natürlich, daß ein Gewitter oft von Hagelwetter begleitet wird. Vielleicht daß auch nie anders Hagel entsteht, als in der Nähe angehäufter Electricität. Vielleicht hagelt es deßwegen auch im Winter seltener, als im Sommer, weil in jener Jahreszeit weniger Gewitter — weniger Anhäufung von Electricität — Statt findet. Von dieser Regel hat der Winter 1824—25. eine Ausnahme gemacht.

Auch könnte große Sonnenwärme, welche die Luft sehr

verdünnt, so viel Verdünstung hervorbringen und Kälte erregen, daß Hagel entstände. Damit wäre es auch erklärt, daß es meistens am Tage, Nachmittags, besonders im Sommer hagelt; selten aber in der Nacht und im Winter.

4) Warum sehen wir den Blitz nicht rund, wie er doch als Funke wirklich ist?

Er bewegt sich uns unbegreiflich schnell, so daß wir ihn an allen Stellen, die er durchfährt, fast zu gleicher Zeit sehen. Daher sehen wir ihn in einem Strahl.

5) Weßwegen nimmt er gewöhnlich eine so verschieden gekrümmte, und keine gerade Richtung in seiner Bewegung?

Vielleicht deßwegen: Der Blitz bewegt sich mit ungeheurer Schnelligkeit durch die Luft, so daß diese nicht Zeit hat, sich zu theilen. Er treibt sie daher mehr vor sich aus. Dadurch wird sie in jedem kürzesten Augenblick bis fast zur undurchdringlichen Dichtigkeit zusammengepreßt. Der Blitz weicht daher zur Seite aus, wo die Luft dünner ist, gleich aber auch von diesem Wege wieder ab, aus demselben Grunde, und das geht so fort.

6) Woher kommt es, daß es einige Gegenden giebt, wo ein Donner beständig als ein anhaltendes rollendes und krachendes Getöse gehört wird, in andern Gegenden wohl in Etwas, doch viel weniger, und in noch andern gewöhnlich nur als ein fast oder völlig einfacher Knall?

Da hier die Erfahrung lehrt, daß, wo das Getöse am stärksten und anhaltendsten, die Gegend besonders bergig oder waldig; — da, wo weniger stark und anhaltend, dennoch nachhallend —, die Gegend nicht gerade eine Ebene, so wenigstens doch sehr bebaut, mit Dörfern, Städten — besetzt; und — wo gewöhnlich ein einfacher Knall, es entweder landeben oder auf dem Meere ist: so schließt man, daß das Rollende und wiederkehrende Getöse eine Folge sei von den Anstößen der großen Lufterzitterungen und Schwingun-

gen an wiederhallende Gegenstände: Berge, Wälder, große Gebäude ꝛc., und daß dieses in Ebenen oder auf dem freien Meere mehr oder weniger oder gänzlich wegfällt.

7) Warum sieht man den Blitz gewöhnlich weit eher, als man den Donner hört?

Das kommt, weil sich das Licht gegen 900,000 Mal schneller als der Schall verbreitet. (Doch davon das Nähere weiter unten.) Bemerkt man doch auch, wenn in der Entfernung ein Gewehr losgefeuert wird, das Feuer eher, als man den Schuß hört.

8) Zuweilen sieht man in der Ferne ein Leuchten, dem Blitze ähnlich, ohne einen Donner zu hören. Man nennt es Wetterleuchten. Wie kann das zugehen?

Vielleicht ist es ein wirkliches Gewitter, nur so weit entfernt, daß man deßwegen den Donner nicht hört und den Blitz nur als ein Leuchten sieht. Daß wohl ein entferntes Gewitter gewesen sein kann, merkt man oft daran, daß die Luft sich auf einmal abkühlt, wie das gewöhnlich nach dem Gewitter der Fall ist. Je dünner die Luft ist, desto geringer ist der Schall, der sich in derselben erregen läßt. In den hohen Luftgegenden ist die Luft sehr dünn. Fände da nun ein Ueberströmen der electrischen Materie Statt, so könnte das wohl ein bemerkbares Leuchten, ohne einen in der Ferne hörbaren Schall geben.

Dazu kommt noch, daß in dieser äußerst dünnen Luft wenig oder gar keine Dünste sind, die durch den Blitz zu tropfbaren Flüssigkeiten werden. Es wäre da denn der Ausbruch des electrischen Funkens vielleicht höchstens nur mit einer Art Knistern verbunden, welches nicht weit gehört werden kann.

Man erzählt übrigens auch von Blitzen, die gar eingeschlagen und gezündet haben, ohne von einem eigentlichen Donner begleitet gewesen zu sein, wie das z. B. 1785 zu Frankfurt am Main beobachtet sein soll.

§. 26.

Einschlagen des Blitzes. Tauber und kalter Schlag. Blitzableiter. Meerlichtchen. Gefahr für Menschen und Thiere beim Gewitter.

Einst blitzte es sehr hell, und in demselben Augenblick erfolgte ein starker Donner. Das hat gewiß eingeschlagen, sagte man sich, und siehe da! ein nicht weit entferntes Haus stand schon in hellen Flammen. Wie konnte das angehen?

Auch durch Hülfe der Electrisirmaschine läßt sich die Electricität so stark erregen, daß der ausfahrende Funke brennbare Körper anzündet. Da das ist, so kann ein so großer electrischer Funke, wie der Blitz ist, es gewiß. Trifft der Blitz daher ein Haus an solchen Stellen, wo es sich leicht entzündet, so muß es wohl in Brand gerathen. In solchem Fall sagt man: der Blitz hat eingeschlagen.

Träfe aber der Blitz, indem er einschlägt, nicht eben eine Stelle, die sich so leicht entzündet: so würde das Haus auch nicht nothwendig in Brand gerathen. Am wenigsten würde das geschehen, wenn z. B. Metall getroffen würde, das den Blitz in die Erde leitete. Aber das könnte sein, und ist auch schon geschehen, daß, wenn nicht eben das ganze Haus zertrümmert, doch Theile desselben (Mauern, Balken u. s. w.) zerspaltet würden. Spaltete nicht vorigen Sommer der Blitz einen Baum vor P. P. neuerbautem Hause und richtete in diesem manche Verwüstungen an, ohne zu zünden? — Man nennt solches Einschlagen einen tauben Schlag. Wie kann es also mit diesem zugehen?

Auch hat man es erfahren, daß ein Blitz in einem Gebäude zündete, und ein gleichfolgender Schlag das Feuer wieder löschte. Solchen zweiten Blitz hat man einen kalten Schlag genannt, wahrscheinlich, weil man glaubt, er habe durch seine Kälte das Feuer gelöscht. Der Blitz braucht aber, um Feuer zu löschen, nicht kalt zu sein. Wenn er in der Nähe der Flamme nur die Luft schnell ausdehnt und

verdünnt, so muß das Feuer wohl verlöschen (warum dieses?). Es geht damit wohl wie mit dem Flintenschuß durch den inwendig brennenden Schornstein (s. §. 14).

Weil die Gewitterwolken von der flachen Erde entfernt in der Luft sind, so ist es natürlich, daß hohe Gegenstände leichter vom Blitz getroffen werden, als niedrige. Leiter ziehen die Electricität, also auch die der Gewitterwolken und auch den Blitz an sich. Das thun die Nichtleiter nicht. Wären daher starke Leiter (wie Metalle) die erhabenen Gegenstände, so würden diese gewiß eher als andere vom Blitz getroffen werden. Den Schluß machte auch ein berühmter Mann zu Philadelphia in Nordamerika, Namens Franklin, und erfand so im Jahre 1752 den Blitzableiter. Das ist nämlich eine eiserne Stange, welche man an der Spitze, besonders um sie gegen Rost zu verwahren, zu vergolden oder mit Platina zu belegen pflegt. Diese wird an dem höchsten Theile des Gebäudes, das man gegen den Blitz sichern will, isolirt (was heißt das noch?) aufgerichtet. Von derselben wird ein, ungefähr einen halben Zoll dicker eiserner Drath, oder statt dessen eine dünne, ebenfalls eiserne Stange bis in die feuchte Erde, oder (was man noch besser hält) in ein nahes Wasser (auch isolirt) geleitet.

Oder ist der Schornstein der höchste Theil, so errichtet man die Stange darüber auf. Alsdann ist der Schornsteinrand mit einem, etwa fingersdicken Eisendrath, der von der Stange ausgeht, zu belegen, dieser Drath an den Ecken des Schornsteins herunter zu leiten, von da erst über den Dachrücken fort, und sodann an den Ecken des Daches und der Mauer, ohne Unterbrechung, entweder in die feuchte Erde oder in fließendes Wasser, herab.

Es darf der Boden, wohin der Blitz geleitet werden soll, nicht trocken sein. Ist er aber nicht sehr feucht, so bringe man an den Ableiter mehrere Aeste an, die in den Boden reichen und so eine größere Fläche desselben umfassen. Möglichst gehe der Ableiter in gerader Richtung fort, und

wo das nicht angeht, da meide man jede plötzliche Krümmung, die ein Abspringen des Blitzes veranlassen kann; — vielmehr gebe man demselben da eine möglichst große Bogenkrümmung.

Es hat die Schutzkraft eines guten Ableiters auch ihre Grenzen. So hat Beobachtung gelehrt, daß sie sich auf einen kreisförmigen Raum erstreckt, dessen Halbmesser gleich ist der Länge der doppelten Auffangstange des Ableiters. — Daraus ergiebt sich denn, wie viele Blitzableiter ein großes Gebäude haben muß. Wo dann aber mehrere, da müssen alle in einer leitenden Verbindung mit einander stehen.

Nähert sich nun eine Gewitterwolke einem solchen Gebäude, so ist zweierlei möglich: entweder die Electricität wird allmählich und fast unmerklich aus der Wolke abgeleitet, oder der Blitz, der nach dem Gebäude zufährt, trifft die Stange und wird von derselben herab bis in die Erde oder ins Wasser geführt, ohne dem Gebäude zu schaden. Wer kennt hier in der Nähe Gebäude, die mit Blitzableitern versehen sind? — Auch auf Schiffen bringt man oft Blitzableiter an, die man dann gewöhnlich nur, sobald ein Gewitter sich nähert, aufrichtet, sonst aber heruntergenommen hat.

Der Blitzableiter muß, wenn er nicht mehr Gefahr als Sicherheit bringen soll, von Zeit zu Zeit untersucht werden, ob er auch schadhafte Stellen hat, — etwa eine Lücke zwischen einzelnen Theilen sich finden sollte; denn in diesem Falle würde der Blitz ab- und sehr leicht in das Gebäude springen.

Allerdings hat man es erlebt, daß ein Blitz in Gebäude einschlug, die mit Leitern versehen waren; daß er da zündete oder sonst beschädigte; aber als man darauf die Sache genau untersuchte (wo dieses noch anging), fand sich allemal, daß die Leitung Tadel verdiente. Im Gegentheil bestätigen sehr viele Beispiele den großen Nutzen dieser Erfindung. Man hats unter andern gesehen, wie ein heftiger Blitzstrahl einen mit einem Ableiter versehenen Thurm traf, denselben

so erschütterte, daß die Glocke läutete, und doch der Ableitungskette so ruhig bis ins Wasser folgte, daß nachher auch nicht die geringste Verletzung bemerkt ward. Selbst die Spinnengewebe um die Kette waren unversengt geblieben. Gebäude, besonders Thürme, welche mehrmals vom Blitz beschädigt waren, wurden mit einem Ableiter versehen, und hernach wohl wieder getroffen, aber nie beschädigt. Das erste Haus, welches mit einem Blitzableiter versehen, vom Blitz getroffen wurde, gehörte dem Kaufmann West zu Philadelphia. Es litt nicht die mindeste Beschädigung.

Daß der Blitzableiter auch allmählich die electrische Materie aus der Luft oder den Wolken zieht und ableitet, bestätigt folgende Erscheinung: Man bemerkt nämlich zuweilen, besonders beim Annähern des Gewitters, oder doch, wenn die Luft viele aufgeregte Electricität enthält, kleine Flammen über den Spitzen der Blitzableiter, der Thürme oder Mastbäume. Diese geben oft ein kleines Geräusch von sich.

Gewiß ist es Electricität, welche entweder von den leitenden Spitzen aus in die Luft oder aus dieser in die Spitzen strömt. Zuweilen erscheinen sie als Lichtkügelchen, zuweilen als Lichtbüschel, und dies theils als einfaches, theils als doppeltes Flämmchen. Einfach — wird es nur Helena oder St. Helenafeuer genannt, und doppelt — St. Elmsfeuer (von den Alten: Kastor und Pollux). Es wird diese Erscheinung für ein sicheres Zeichen gehalten, daß das Gewitter nicht gefährlich werden wird, und das kann wohl auch so sein, da unter solchen Umständen die Electricität allmählich sich in Ordnung oder Gleichgewicht zu setzen scheint. Schiffer, welche sie auch Meerlichtchen nennen, glauben dann vom Sturm nichts zu fürchten zu haben.

Bäume sind Leiter der Electricität, und um so mehr, je weniger Harztheile sie haben. Daher schlägt der Blitz selten in Nadelhölzer, gewöhnlicher in Laubhölzer, und um so leichter, je stärker sie belaubt sind. Buchen jedoch werden

nicht oft, am häufigsten Eichen, vom Blitz getroffen. — Bäume könnten demnach, wenn sie ein Gebäude an Höhe überträfen, als Ableiter des Blitzes dienen. Sie dürfen demselben aber nicht zu nahe stehen, sonst könnten sie gar schaden (wie das?), und auch nicht zu entfernt davon sein. — Da hält man es denn mit einer Entfernung von 15—20 Fuß.

Auch Menschen- und Thierkörper sind Leiter der Electricität. Daher sind auch diese der Gefahr ausgesetzt, vom Blitze getroffen zu werden. Mehrmals ist es auch schon geschehen, daß Menschen oder Thiere durch den Blitz verletzt oder gar getödtet worden sind. Daher ist es wichtig, daß jeder die beim Gewitter zu beobachtenden Vorsichtsregeln sich bekannt mache und sie befolge. Doch ersparen wir dies, wie mehreres Andere für die folgende Stunde.

§. 27.

Vorsichtsregeln beim Gewitter. Nutzen desselben und der Electricität überhaupt.

Was haben wir denn zu thun, um uns beim Gewitter, so viel in unsern Kräften steht, sicher zu stellen?

Metall zieht den Blitz besonders stark an sich. Daher:

1) Man entferne möglichst alle Metalle (Geld, Taschenuhren, Kleider mit metallenen Knöpfen). —

Daraus folgt, daß es ein gefährlicher Irrthum ist, wenn man glaubt, durch das Läuten mit den Glocken das Gewitter unschädlich zu machen. Wenigstens wären die Läutenden dabei sehr in Gefahr. Viele sind schon beim Läuten vom Blitze erschlagen worden, so z. B. 1783 bloß in Deutschland und Frankreich in Zeit von 3 Monaten über 90 Personen.

Dünste, Dämpfe, Rauch — sind Electricitätsleiter. Viele Menschen zusammen geben viele Ausdünstung, wie in Schulstuben, Kirchen, Schauspielhäusern, Tanzsälen — Also:

2) Man öffne bei Annäherung des Gewitters Thüren und Fenster, um die Luft im Hause vorher zu reinigen; während des Gewitters aber halte man sie verschlossen, und leide auch nicht, daß der Schornstein raucht, und daß brennendes Feuer in der Küche ist. Ist es in der Nacht, so verlasse man das vielleicht dunstige Bett. Man entferne sich von Oertern, wo starke Ausdünstung nicht zu entfernen ist, meide übrigens alles, was eine starke Ausdünstung des Körpers veranlassen kann: starkes Gehen, Reiten, Fahren — jede schnelle Bewegung. Auch Angst kann eine ungewöhnliche Ausdünstung veranlassen.

Je höher, desto gefährlicher; daher niedrige Stellen die sichersten. — Aufrecht ist der Mensch leicht der erhabenste Gegenstand. — An Wänden, Mauern, Schornsteinen, Oefen, Thüren, besonders Thürschlössern fährt der Blitz leicht herunter. — Bäume sind Leiter, aber leiten auch von dem 20 Fuß entfernten Gegenstand den Blitz ab. Also:

3) Möglichst niedrige Stellen, in der Mitte des Hauses oder der Stube, nicht aufrecht gestanden, in etwa 20 Fuß Entfernung von einem grünen Baume. Hier sind jedoch Keller, wenn auch die niedrigsten Stellen, von anderer Seite nicht ohne Gefahr, weil beim Einschlagen und Zünden da ein Ersticken zu befürchten ist.

Man pflegt einzuwenden: durch den Blitzableiter und andere Vorkehrungen, um sich und sein Eigenthum sicher zu stellen, greift man Gott in seine Rechte. Antwort: So greift man Gott ja auch in seine Rechte, wenn man sich vor (besonders ansteckenden) Krankheiten in Acht nimmt, in Krankheiten Arzneien gebraucht? — und doch macht dagegen nicht leicht jemand diese Einwendung. Sagt doch auch Jesus selbst, daß die Kranken des Arztes bedürfen. So dürften wir ja auch keine Dämme und Deiche bauen gegen Wasserüberschwemmungen. Hat Gott doch selbst die Mit-

tel in die Natur gelegt, wodurch wir uns gegen Gewitter schützen, und uns den Verstand gegeben, diese Mittel aufzufinden und zu benutzen.

Allerdings sehr schädlich kann das Gewitter werden. Das sehen wir; und noch mehr, wenn wir daran denken, daß der Gewitterregen zuweilen so heftig wird, daß er ganze Gegenden überschwemmt, und der Gewitterhagel mitunter ganze Saatfelder verheert. Ob denn nicht der Nutzen den Schaden auch hier weit überwiegt? — Das thut er gewiß, wenn wir diesen Nutzen auch noch nicht ganz kennen sollten, was wohl schwerlich der Fall ist. Hier deßwegen folgendes:

Vor dem Gewitter ist der Mensch gewöhnlich unlustig und träge: nachher aber meistens viel munterer. Sehen wir das nicht auch an vielen Thieren? — an dem nachherigen fröhlichen Gesange mancher Vögel, dem Hüpfen der Lämmer, dem Hervorkriechen des Regenwurms? — Gewiß war vorher die Luft mit ungesunden Dünsten gefüllt, wovon das Gewitter sie gereinigt hat. Wer weiß, wie viele Krankheiten auf solche Art durch das Gewitter verhütet werden? — So reinigt demnach das Gewitter die Luft und bewahrt vor Krankheiten. (Das ist Ein Vortheil.)

Nach dem Gewitter ist es lange nicht so unerträglich heiß, wie meistens vor demselben. Das Gewitter kühlt demnach die Luft ab. (Zweiter Vortheil.)

Zum Wachsthum und Gedeihen der Pflanzen ist reine Luft besonders dienlich. Das Gewitter macht ja die Luft rein. — Mit dem Gewitterregen vermischen sich allerlei fremde Sachen, womit die Luft angefüllt ist. Diese Sachen sind dem Wachsthum der Pflanzen besonders förderlich. Daher ist der Gewitterregen vorzüglich fruchtbar. Stehen nicht auch die Pflanzen oft vor dem Gewitter schmachtend und traurig da, mit welken herabhängenden Blättern? Wie neu belebt und grün findet man aber nach dem Regen alles, was Pflanze heißt. Das also sehen wir drittens:

Das Gewitter macht das Land fruchtbar und befördert das Wachsthum der Pflanzen.

Dies wären so die wichtigsten uns bekannten Wohlthaten, welche wir dem Gewitter verdanken. Was die electrische Materie, welche die Ursache des Gewitters ist, überhaupt betrifft, so verdanken die Menschen ihr noch mehrere wichtige Vortheile, wovon viele uns gewiß noch gar nicht bekannt sind. Vielleicht könnte ohne dieselbe weder Mensch noch Thier leben, noch eine Pflanze gedeihen. Doch dies ist noch größtentheils ein Geheimniß für uns.

C.

Das Faßlichste von dem Weltgebäude.

§. 28.

Horizont. Weltgegenden. Scheinbare Bewegung der Weltkörper.

Wenn wir über uns sehen, so nehmen wir den Himmel wahr. Dieser sieht bei hellem Wetter blau aus, und scheint rund zu sein, wie ein großes Gewölbe. Stehen wir auf einem erhöhten Platz (auf dem Deich), und sehen, so weit wir können, um uns herum: so scheint der Himmel in weiter Ferne wie ein Gewölbe auf der Erde zu ruhen, und was wir von der letztern übersehen, stellt sich uns dar, wie ein Kreis, in dessen Mittelpunkt wir stehen. Bis so weit, als dieser Kreis geht, können wir dann sehen, weiter nicht. Daher heißt derselbe, oder der Theil der Erde, den wir an einem freien Platze übersehen können, unser Gesichtskreis (Horizont). Alles, was wir auf der Erde sehen können, ist in unserm Gesichtskreis, und was weiter weg ist, außer demselben. Gehen wir vorwärts, so nehmen wir vor uns allmählich Dinge (Bäume, Häuser —) wahr, die wir vorher nicht sahen. Indem wir nun hinter uns sehen, wer-

den wir nicht das alles mehr gewahr, was wir vorher nach der Gegend hin bemerkten. Daraus schließen wir, daß wir, so wie wir auf eine andere Stelle kommen, nun einen andern Gesichtskreis erhalten, und so haben auch die Menschen, die auf verschiedenen Stellen der Erde sind, eben so viele verschiedene Gesichtskreise.

Die Sonne sehen wir in der Nacht nicht; weil sie dann nicht in und über, sondern unter unserm Gesichtskreise ist. Erst Morgens, wann sie über unsern Gesichtskreis hervorkommt, werden wir sie gewahr. Ist es mit dem Monde eben so? In welcher Rücksicht denn? und in welcher nicht?

Zeige einmal nach der Stelle hin, wo die Sonne (im Frühjahr unb Herbst) Morgens aufgeht oder über den Horizont kommt, und — wo sie dann Abends untergeht oder unter dem Horizont verschwindet. —

Jene Stelle (welche?) heißt Morgen oder Osten, diese Abend oder Westen. Nach welcher Gegend hin sehen wir Mittags 12 Uhr die Sonne? — Da ist Mittag oder Süden. Stellen wir uns dahin mit dem Rücken, so haben wir die Gegend, welche Mitternacht oder Norden heißt, vor uns. Thun wir das — so sehen wir nach Norden, haben rechter Hand Osten, linker Hand Westen und hinter uns Süden. Norden, Osten ꝛc. heißen mit einem Worte Welt- oder Himmelsgegenden. Wenn ich nun nach Osten hinsehe, wo habe ich dann die übrigen Weltgegenden? — wo, wenn ich nach Westen, nach Süden — sehe? Zwischen den genannten vier giebt es noch unzählig viele Punkte nach dem Horizont hin, die auch Weltgegenden sind.

Der Schiffer nennt mit Namen deren 32, nämlich die in der Mitte zwischen je zwei und zwei der 4 genannten Weltgegenden: Nordost, Nordwest, Südost und Südwest — zeige diese! so wie die zwischen je zwei und zwei der nun erkannten, von Norden nach Osten hin und herum: Nord-Nordost, Ost-Nordost, Ost-Südost, Süd-Südost, Süd-Südwest, West-Südwest, West-

Nordwest und Nord-Nordwest. — Nenne mir nun alle angeführte 16 Weltgegenden von Norden nach Osten herum, und zeige, so gut du kannst, jedesmal nach dem rechten Punkt im Horizonte hin! — Nun haben die Schiffer noch Namen für die übrigen 16, die zwischen je 2 und 2 in der Mitte liegen, die wir aber noch nicht nennen wollen. — Die 4 erst genannten (welche?) pflegt man die Hauptweltgegenden, und die übrigen Nebenweltgegenden zu nennen.

Nach der Weltgegend, woher jedesmal der Wind kommt, pflegt man diesen mit einem Namen zu belegen, als: Ostwind, wenn er von Osten weht. Wann denn Südwind? — West-Südwestwind? u. s. w.

Am heitern Abend sehen wir Sterne am Himmel. Zählen können wir sie nicht. Ihre Menge ist unzählig. Sie sehen hell aus, wie funkelnde Lichter, und scheinen nur klein zu sein. Ob sie wirklich so klein sind? — Der Knopf auf unserm Kirchthurm scheint die Größe eines Apfels zu haben, und doch ist er größer, als ein Menschenkopf. Er scheint nur so klein, weil er so hoch und weit entfernt ist. Ungeheuer viel weiter sind die Sterne entfernt (die meisten so weit, daß es kein Mensch berechnen kann). Daher werden sie auch ungeheuer viel größer sein, als sie scheinen. Die Erde, worauf wir wohnen, ist sehr groß; doch sollen die meisten Sterne, welche wir sehen, noch viel größer sein, als die Erde.

Außer den Sternen sehen wir Nachts oft den Mond am Himmel. Er scheint uns größer, als alle Sterne, und doch ist er kleiner als die meisten, welche wir sehen, viel kleiner noch, als unsere Erde. So muß er uns wohl näher sein? Das ist er, er ist uns unter allen am nächsten.

Am Tage sehen wir die Sonne am Himmel. Sie scheint ungefähr so groß, wie der Mond, wenigstens nicht viel größer; und doch ist sie wirklich erstaunend viel größer, viel größer noch als die Erde. Sie muß also auch erstau-

nend viel weiter von uns entfernt sein, als der Mond. Wir werden nächstens sehen, daß sie es auch ist.

Unsere Erde und Sonne, Mond und Sterne sind große Körper, und weil sie mit zur Welt gehören, sogar die Haupttheile der Welt ausmachen, so heißen sie Weltkörper. Nehmen wir die Erde davon aus, so erblicken wir sie alle am Himmel, und eben darum nennt man sie Himmelskörper. Welcher Weltkörper ist also kein Himmelskörper? warum nicht?

Die Sterne scheinen alle gleich weit von uns entfernt. Sie sind es aber bei weitem nicht. Warum scheint es denn so? — Da in der Ferne (seht nur hin!) sehen wir eine Menge Bäume. Welcher von diesen ist uns näher? Welcher weiter entfernt? Das können wir hier nicht unterscheiden, vielmehr scheinen sie alle in einer Reihe gleich weit von uns. Das sind sie aber sicher nicht. Nun, da wir bei den, nicht einmal eine Meile entfernten Bäumen nicht unterscheiden können, welcher näher, und welcher entfernter ist, wie wollen wir denn dies in Ansehung der Sterne unterscheiden, deren Entfernung für uns unermeßlich ist?

Die Sonne und der Mond scheinen uns glänzende Scheiben zu sein. Doch sind sie wirkliche große Kugeln. Aber eine beträchtlich große Kugel in der Ferne, doch so, daß wir sie noch sehen können, sieht uns auch wie eine Scheibe aus.

Wir sehen daraus, daß es mit den so weit von uns entfernten Himmelskörpern in der Wirklichkeit leicht ganz anders ist, als es uns von der Erde aus scheint. Daher dürfen wir uns nicht darüber wundern, daß unsere frühen Vorfahren in Ansehung des Himmels und der Erde Vieles ganz anders ansahen als wir. Das konnten sie nicht anders wissen; denn, was wir jetzt davon richtiger erkennen, konnten die Menschen erst ganz nach und nach durch sorgfältiges Beobachten, Nachdenken und Berechnen kennen lernen. Unsere Nachkommen werden, wenn sie fortfahren

zu beobachten und zu forschen, auch manches einst besser wissen als wir.

Was wir von Sonne, Mond und Sternen und deren Verhältnissen zur Erde und unter einander denken würden, wenn wir, ohne sonst etwas von ihnen zu wissen, bloß gewisse Tage und Nächte sie so beobachteten, davon wollen wir doch einige Proben kennen lernen.

Wenn wir die Sonne am Himmel ansehen, so merken wir keine Bewegung derselben. Aber sehen wir sie etwa von Stunde zu Stunde einmal, so ist sie doch entweder höher oder niedriger gekommen. So geht es uns mit dem Mond und mit den Sternen auch, und wir schließen natürlich daraus, daß sie sich bewegen. — Wir sehen von allen diesen Himmelskörpern, daß, wenn sie ihren Platz am Himmel verändert haben, sie weiter nach Westen gekommen sind. Sie bewegen sich von Osten nach Westen, werden wir sagen. — Wir sehen sie zuletzt im Westen unter den Horizont hin verschwinden, und nach kürzerer und längerer Zeit im Osten wieder über denselben hervorkommen und denselben Weg machen bis wieder zum westlichen Horizont hin. Sonne, Mond und Sterne bewegen sich von Osten um die Erde, müßten wir dann wohl denken. — Die Zeit von einem Sonnenaufgang zum andern beträgt 24 Stunden. Bei den Sternen finden wir es ungefähr eben so. Den Mond aber sehen wir von Tag zu Tag beinahe eine Stunde später über den Horizont hervorkommen. Daraus müßten wir schließen: Sonne und Sterne bewegen sich in 24 Stunden einmal um die Erde; der Mond aber gebraucht beinahe 25 Stunden dazu, geht also langsamer. Dieses scheint sich auch dadurch zu bestätigen, daß, wenn wir heute den Mond bei einem Stern sehen, den wir uns merken, er morgen hinter demselben nach Osten hin zurücksteht.

Wir setzen unsere Betrachtung weiter fort. Es sei in der 2ten Hälfte des Monats Juni, und wir suchen zu be-

merken, wann und wo die Sonne auf- und untergeht, und wie hoch am Mittage sie steht. Sie geht gegen 3½ Uhr auf und reichlich 8½ Uhr unter, und zwar nicht genau im Osten und im Westen, sondern ungefähr Ost-Nordost und West-Nordwest sind die Weltgegenden, wo dies geschieht. Wie hoch am Mittage? — Dafür haben wir kein Wort, wollen uns auch noch nur die Stelle am Himmel merken, wo sie steht. — Jetzt sei es in der letzten Hälfte des Septembermonats, wo wir auf die Sonne merken. Sie geht auf und unter, beides um 6 Uhr und gerade im O. und W., und steht am Mittage auch nach S. hin, aber viel niedriger als im Juni. — Warten wir bis zu Weihnachten. Die Sonne geht reichlich 8½ Uhr auf und gegen 3½ Uhr unter, und jenes ungefähr Ost-Südost, so wie dieses West-Südwest. Der Stand am Mittage ist noch viel tiefer als im September. — In der letzten Hälfte des Märzmonats finden wir es gerade so, wie im September, und im Juni wird es eben so sein, wie im Juni des vorhergehenden Jahrs. — Das sehen wir: Tag und Nacht zusammen sind in all den 4 bezeichneten Zeiten des Jahrs 24 Stunden, aber in 2 dieser Zeiten sind Tag und Nacht gleich, im Juni ist der Tag länger als die Nacht, und um Weihnachten die Nacht länger (wie viel länger?). — Woher aber scheint das zu kommen? — Im Juni steht die Sonne am weitesten nach N. hin, um Weihnachten am weitesten nach S., und im September und März in der Mitte. Vom ersten Stand an (so müßte man denn wohl schließen) geht sie alle Tage, indem sie sich von O. nach W. um die Erde bewegt, weiter nach S., und das durch den mittlern bis zum südlichsten Stand fort, wo sie umkehrt, und alle Tage weiter nach N. geht, bis sie beim nördlichsten Stande ebenfalls umkehrt. — So scheint es zu sein, und unsere Vorältern konnten sich auch nur dies als das Wahre denken. Die 4 Zeiten, in welchen wir die 4 Sonnenstände und Läufe uns gedacht haben, sind die Anfänge unserer

4 Jahreszeiten, die uns als Sommer (von Juni an), als Herbst, Winter, und Frühling bekannt sind.

Was wir noch weiter daraus schließen könnten? — Die Sonne bewegt sich alle Tage (wie es scheint) am Himmelsgewölbe um die Erde. Rückte sie dabei nicht nach S. oder N. vorwärts, so käme sie jeden folgenden Morgen an dieselbe Stelle wieder, wovon sie den Morgen vorher ausgegangen wäre, und dann beschriebe sie jeden Tag genau einen und denselben Kreis um das Himmelsgewölbe. Nun aber rückt sie alle Tage weiter, entweder nach S. oder nach N.; daher beschreibt sie, bis sie von ihrem nördlichsten zum südlichsten Stande gekommen, und umgekehrt, eine lange schraubenförmige Linie (Schneckenlinie).

§. 29.

Fortsetzung. Himmels- und Erdpole. Himmels- und Erdaxe. Parallelkreise. Aequator. Culminationspunkte. Meridiane. Fixsterne und Planeten.

Die Sterne sehen wir nur Nachts. Daher sehen wir nur in den langen Winternächten von einigen beides, nämlich sie auf- und auch untergehen. Wo? in welcher Weltgegend? — das ist etwas verschieden. Einige gehen gerade im O. und W. auf und unter, und scheinen sich in dem Raum des Himmels zu bewegen, wo wir im Herbst und Frühling die Sonne sehen. Die meisten von diesen behalten beständig diese Stellung, ganz wenige von ihnen zeigen sich bald etwas weiter nach S., bald mehr nach N. — Andere Sterne haben ihre Auf- und Untergangspunkte mehr und weniger nach S. oder N. hin, und zwar meistens behalten sie dieselben Räume ihrer (scheinbaren) Bewegung beständig. — Einige dieser Sterne haben ihren höchsten Stand am Himmel in dieser, andere in anderer Stunde, und die meisten behalten dieselbe Stunde ungefähr bei. — Einige sehen wir in ihrem höchsten Stande von uns aus mehr und weniger nach S., andere gerade über uns, und

noch andere mehr und weniger nach N. — Von denen, die wir nach N. sehen, gehen die am meisten dahin stehenden uns gar nicht auf und nicht unter. Doch bewegen sie sich (wie es scheint), und beschreiben alle 24 Stunden einen Kreis am Himmel, so daß sie einen tiefsten und einen höchsten Stand für uns bekommen. Der Kreis wird um so kleiner, je weiter nach N. hin sie ihre Stelle haben. Diese größern und kleinern Kreise scheinen ihre Mittelpunkte in einer einzigen geraden Linie zu haben. Diese Mittelpunkte scheinen ihre Stelle beständig zu behalten. Der nördlichste dieser Sterne steht seinem Mittelpunkte, welcher der wahre Nordpunkt ist und Nordpol heißt, besonders nahe, so daß er nur einen wenig merklichen Kreis um denselben beschreibt. Durch Hülfe dieses Sterns, welcher Polarstern heißt, ist der Punkt, welcher Nordpol heißt, leicht zu finden.

Anmerk. Es werde der Polarstern gezeigt, und zugleich, wie er vom großen Bären aus in der Schwanzspitze des kleinen Bären leicht und schnell gefunden wird. Vorher kann aber Gestalt und Stellung des großen und kleinen Bären durch Zeichnung anschaulich und darauf in der Wirklichkeit selbst kenntlich gemacht werden. Es wäre wichtig, wenn hier der Lehrer eine Himmelskugel oder nur Himmelskarte bei der Hand hätte.

Auch die auf- und untergehenden Sterne, wir mögen sie im N., über uns, oder im S. sehen, scheinen jeder alle 24 Stunden einen Kreis um den Himmel zu beschreiben und alle diese und jene Kreise scheinen ihre unbeweglichen Mittelpunkte in einer einzigen geraden Linie zu haben. Die Kreise nehmen nach S. hin immer mehr an Größe zu, und die größten werden von den Sternen beschrieben, die ihre Stelle da haben, wo die Sonne im Herbst und Frühling steht. Es sind da auch mehrere Sterne, die ihre Kreise so hinter einander beschreiben, daß sie alle als derselbe Eine Kreis anzusehen sind. Er kann wohl der Mittelkreis des Himmels genannt werden. Aequator heißt er ge-

wöhnlich. — Von diesem an weiter nach S. werden die Kreise immer kleiner, bis zu dem südlichsten hin, dessen Mittelpunkt der südlichste aller Punkte ist, und der Südpol heißt.

Nordpol und Südpol sind sonach durch eine gerade Linie verbunden, in der alle Mittelpunkte der durch die Sterne beschriebenen Kreise liegen. Das ist eine Linie, die mitten durch das Himmelsgewölbe, und so auch durch die Erde, geht. Weltaxe oder Himmelsaxe heißt sie, und der Theil davon, der mitten durch die Erde geht, heißt die Erdaxe. Die Endpunkte der Erdaxe heißen die Erdpole, wogegen die Endpunkte der Welt- oder Himmelsaxe Welt- oder Himmelspole heißen.

Alle jene Kreise, welche die Sterne beschreiben, gehen genau von O. nach W. um das Himmelsgewölbe herum, und nehmen sonach einerlei Richtung. Sie sind gleichlaufend oder parallel (wie man das nennt), und heißen daher auch die Parallelkreise des Himmels.

Wo wir auch auf der Erde sein mögen, so scheint der Himmel (das Himmelsgewölbe) immer gleich weit von uns entfernt zu sein. So weit wir es auf einmal sehen können, scheint es eine hohle Halbkugel; und da das überall, wo auch Menschen gewesen sind, so scheint, so wäre unsere Erde von einer ganzen hohlen Kugel umgeben. Ist es nun oben auf der Erde (der Oberfläche derselben) überall gleich weit von der hohlen Himmelskugel entfernt, so ist ja die Erde selbst eine Kugel. Daß das wirklich so ist, werden wir bald besser einsehen. — Der Mittelpunkt der Himmelskugel und der der Erde sind einerlei Punkt. —

Gesetzt nun, von allen auf- und untergehenden Sternen reichten gerade Linien (Fäden) so auf die Erde herab, daß sie verlängert den Erdmittelpunkt erreichten, und diese Linien würden von den Sternen bei ihrer Bewegung nach W. mit fortgezogen, so würden sie auch um die Erde Kreise beschreiben. Das wären denn die Parallelkreise der

Erde. Jeder Parallelkreis des Himmels hat sonach einen ihm entsprechenden Erdparallelkreis. — Welcher ist das allemal? — Solche Erdparallelkreise hat man sich auch von jeher an bestimmten Stellen gedacht, weil sie dazu behülflich sein konnten (wie? — das lernen wir später), sich auf der Erde besser zurecht finden zu können. —

Welcher Erdparallelkreis wird der größte sein? — Dieser wird der Aequator der Erde genannt.

Nur Ein Parallelkreis der Erde und Ein Parallelkreis des Himmels haben ihren Mittelpunkt, der zugleich der Erdmittelpunkt ist, in der Himmelsaxe mit einander gemein; und von diesen beiden entsprechenden Parallelkreisen ist der eine der Himmels- und der andere der Erd-Aequator. Von den übrigen haben jede 2 entsprechende Himmels- und Erd-Parallelkreise ihre Mittelpunkte an verschiedenen Stellen der Himmelsaxe, die Erdkreise haben sämmtlich ihre Mittelpunkte in der Erdaxe, die Himmelskreise aber nicht alle — (welche nur?).

Jeder Erdparallelkreis hat mit dem Himmelskreise, mit dem er durch denselben Stern beschrieben worden, den Mittelpunkt in der Erdaxe gemeinschaftlich. So haben es auch der Mittelkreis der Erde und der des Himmels, und deren Mittelpunkt ist zugleich der Erd- und Himmels-Mittelpunkt.

Während ein Stern sich einmal um die Erde bewegt, erreicht er einmal für uns seinen höchsten Punkt, und 12 Stunden darauf seinen tiefsten Punkt. In jenem Fall steht er (am höchsten) über, und in diesem (am tiefsten) unter unserm Horizont. — Wem steht er früher im höchsten Punkt, dem, der mehr nach O., oder — der mehr nach W. wohnt? — Wenn im höchsten Punkt, so sagt man wohl: der Stern culminirt, hat seinen Culminationspunkt erreicht.

Die Sonne culminirt uns gerade 12 Uhr Mittags; was soll das sagen? — Wann steht diese dann am tiefsten unter unserm Horizont? Wann hat ein Erdbewohner um

so eher Mittag? — wann um so später? — Welche aber haben zu gleicher Zeit Mittag? — Die letzte Frage werden wir deutlicher beantworten können, wenn wir folgendes erst bedenken: Wir denken uns einmal, es wäre ein Stern im Nordpol, und derselbe finge an, sich am Himmelsgewölbe so nach S. über unsern Kopf hinweg durch den Culminationspunkt der Sonne bis zum Südpol so hin zu bewegen, wie sonst die Sterne von W. nach O., so würde ein Halbkreis von N. nach S. am Himmel beschrieben. Ginge dieser Stern unter dem Horizont weiter fort durch den Mitternachts- (tiefsten) Punkt der Sterne wieder bis zum Nordpol hin, so entstände ein ganzer Himmelskreis, der von N. nach S. und weiter von S. nach N. herumginge. Reichte auch von diesem kreisbeschreibenden Stern ein Faden an die Erde, der mit herumgezogen würde, so gäbe das auch einen Kreis um die Erde in derselben Richtung. Alle Menschen, welche auf der Erdseite, wo wir sind, auf oder unter einem und demselben nach S. u. s. w. gehenden Kreise wohnen, hätten dann mit uns zu gleicher Zeit Mittag. Daher eben nennt man solchen Kreis, den man sich ja immerhin denken kann, Mittagskreis oder Meridian. (Damit wäre denn jene Frage auch beantwortet — welche?)

Es giebt daher Erdmeridiane und Himmelsmeridiane. Zu jedem Himmelsmeridian gehört ein Erdmeridian, der als mit beschrieben angesehen werden kann. — Die Meridiane haben alle denselben Mittelpunkt, und das ist zugleich der Erdmittelpunkt. — Solcher Mittagskreis (Meridian) kann ja durch jeden Punkt der Erde, wie des Himmels, gezogen gedacht werden. Man denkt sich wirklich eine gewisse (größere oder kleinere) Zahl derselben und dabei Einen, den man den ersten Meridian nennt. — Durch die Meridiane und Parallelkreise zusammen, ist man im Stande, sich auf der Erde und am Himmel genau zurecht zu finden. Man zählt nämlich von dem Mittelpar-

allelkreise nach N. und nach S. gewisse gleich weit von einander entfernte Parallelkreise, und von dem ersten Meridian nach W. und O. gewisse gleich weit entfernte Meridiane —. Doch dieses kann später euch erst recht deutlich werden —. Das aber erkennen wir: so wie wir weiter nach S. oder N. kommen, so erhalten wir auch einen andern Parallelkreis, und — so wie weiter nach O. oder W., so einen andern Meridian. Wenn die Sonne uns culminirt, so geht sie durch unsern Meridian.

Ich sehe z. B. in weiter Ferne zwei erhabene Gegenstände, kann aber nicht unterscheiden, ob sie still stehen oder sich bewegen. Doch so viel bemerke ich: der zur Rechten bleibt zur Rechten, und der zur Linken bleibt zur Linken, auch bleiben beide nach dem Ansehen in derselben Entfernung von einander. Daraus schließe ich, daß sie sich wohl nicht fortbewegen.

Etwas Aehnliches bemerken wir bei klarem Wetter Abends von den meisten Sternen: sie behalten ihre Stellung, und, dem Ansehen nach, auch ihre Entfernung gegen einander. Daraus könnten wir schließen, daß sie wohl still oder fest stehen, und sie daher Fixsterne (feststehende Sterne) nennen. So nennt man sie wirklich, und doch scheinen sie ja von O. nach W. sich zu bewegen; nur gegen einander behalten sie denselben Stand (stehen sie fest). Doch später sehen wir besser ein, wie es zusammenhängt.

So soll, nach genauen Beobachtungen, die geschickte Leute angestellt haben, auch die Sonne ihre Stellung gegen die Fixsterne behalten, und daher nennt man selbst sie einen Fixstern.

Dagegen giebt es auch Sterne, die bald dem einem, bald dem andern Himmelskörper näher, bald einem Fixstern zur Rechten, bald zur Linken zu sein scheinen. Diese behalten ihre Stellung gegen andere Himmelskörper nicht. Man schließt, daß sie sich fortbewegen, und nennt sie Wandelsterne, Irrsterne oder Planeten. Diese sind

es auch, die nicht genau in 24 Stunden ihren scheinbaren Lauf um die Erde vollenden.

Den Mond sehen wir bald dem einen, bald dem andern Fixsterne zur Seite, nahe oder entfernt. Darum zählt man ihn auch zu den Planeten. Ob unsere Erde ebenfalls? — wollen wir in folgender Stunde sehen. Was muß denn aber mit ihr vorgehen, wenn sie ein Planet heißen soll?

Noch mehr. Wenn diese Stube ganz von einer Mauer eingeschlossen wäre, so wäre es hier dunkel. Abends ist es, wenn kein Licht hereingebracht wird, hier auch dunkel. So ist also diese Stube nicht von selbst hell.

Ja, auch draußen ist es Abends, wenn der Mond nicht scheint und keine Sterne sichtbar sind, dunkel. So ist also unsere Erde auch nicht für sich selbst hell. Eben so ist es mit dem Monde, der hat (wovon wir uns in der Folge überzeugen werden), wie die Erde, sein Licht von der Sonne, nicht von sich selbst. Den Planeten allen geht es so — wie nämlich? Diese haben ihr Licht auch von der Sonne.

Die Sonne aber ist von selbst hell; alle Fixsterne sind es von selbst.

Also sind Fixsterne und Planeten auch darin verschieden, daß jene von selbst leuchten (ihr eigenes Licht haben), diese nicht. Jene sind daher leuchtende, diese dunkele oder (wenn sie gerade hell sind) erleuchtete Weltkörper.

Weil die Fixsterne von selbst leuchten, so funkeln sie Nachts auch stärker, als die Planeten, die einen mehr matten Schimmer haben.

Abends und Nachts ist es gewöhnlich nicht so warm, als Tags, wann die Sonne scheint. Die Wand z. B., die von der Sonne beschienen wird, ist gewöhnlich viel wärmer, als die, welche die Sonne nicht bescheint. So rührt also die Wärme auf der Erde wohl von der Sonne her. Ja, ohne die Sonne würde alles auf derselben er-

starren, keine Pflanze gedeihen, kein Mensch und kein Thier leben können.

Es wird also die Erde nicht bloß von der Sonne erleuchtet, sondern auch erwärmt. Wahrscheinlich haben der Mond und die andern Planeten mit dem Lichte auch Wärme von der Sonne. Die Sonnenstrahlen regen in den Körpern, worauf sie fallen, die Wärme auf.

Ob die andern Fixsterne auch die Kraft besitzen, durch ihre Lichtstrahlen Wärme aufzuregen? Wir wissens nicht, aber zu vermuthen ist es. Daß wir von ihrer wärmenden Kraft nichts empfinden, kommt von ihrer ungeheuren Entfernung.

§. 30.

Die Weltkörper mit einander verglichen in Ansehung ihrer Bewegung um sich selbst.

Nach dem vorher Gelernten scheinen sich Sonne, Mond und Sterne von Osten nach Westen um die Erde zu bewegen. Die Ausdrücke: die Sonne geht auf und geht unter so wie: der Mond geht auf u. s. w. deuten ja auch darauf hin. Ob das nun nur so scheint oder wirklich so ist? — Das wollen wir doch, so weit wir es noch können, sehen.

Die Rechentafel, welche da am Boden hängt, habe ich vor mir. Ich gehe vorwärts, und — nun ist die Rechentafel über mir. Weiter vorwärts, und — sie ist hinter mir.

Um dieselbe Stellung gegen die Rechentafel zu erhalten, dürfte diese nur sich gegen mich bewegen. Erst würde sie dann auch über, dann hinter mir zu stehen kommen.

Noch eins. Da sind 2 Kugeln. Diese größere soll einmal unsere Erde, und diese da die Sonne vorstellen. Die Sonnenkugel will ich nun um die Erdkugel bewegen, und jene kommt nach und nach jedem Punkt eines Erdku-

gelkreises gegenüber zu stehen. Dasselbe aber geschieht, indem ich die Erdkugel um sich selbst drehe, seht es!

Auch in der Wirklichkeit würde uns die Sonne im Osten zum Vorschein kommen und im Westen verschwinden, wenn sich die Erde von Westen nach Osten um sich selbst drehte. Dasselbe fände dann in Ansehung des Mondes und der Sterne Statt.

So kann das Auf- und Untergehen von Sonne, Mond und Sternen auch daher kommen, daß sich die Erde in etwa 24 Stunden von Westen nach Osten um sich selbst dreht. Was ist denn nun wohl natürlicher und der Allweisheit des Schöpfers angemessener, daß sich alle unzähligen Himmelskörper in ihren größtentheils unermeßlichen Entfernungen in 24 Stunden um die einzige (in Vergleich mit vielen sogar nur kleine) Erde bewegen, oder daß diese sich in der Zeit bloß um sich selbst dreht? — Daraus und aus manchen andern Gründen weiß man es auch nunmehr gewiß: die Erde dreht sich in 24 Stunden um sich selbst, (um ihre Axe, nennt man es auch), so ungefähr, wie ein Wagenrad beim Fortrollen sich um seine Axe dreht.

Wir merkens zwar nicht, daß die Erde, worauf wir wohnen, sich bewegt. Wir merkens aber auch nicht, daß ein leise fahrender Kahn, worin wir sitzen, sich bewegt; vielmehr scheint es uns, als wenn Bäume und Häuser und andere Dinge am Ufer vor uns vorbei schwebten. So kann es uns auch wohl scheinen, ohne wirklich so zu sein, daß Sonne, Mond und Sterne über oder vor uns hinwegschwebten.

Und genau genommen, so scheint es dies auch nicht einmal. Wir sehen es nicht eigentlich, daß ein Stern, den wir einmal ins Auge fassen, sich bewegt; sondern wir sehen nur nach einiger Zeit, daß er eine tiefere oder höhere Stellung gewonnen hat. Das wird und muß aber ja auch sein, wenn die Erde sich um ihre Axe dreht.

Wenn die Erde sich um sich selbst dreht, so stehen wir zu

einer Zeit mit dem Kopf nach unten. Warum fallen wir denn nicht? — Vermittelst der Schwere (§. 6.) hat alles, was zur Erde gehört, ein Bestreben, sich nach dem Mittelpunkte derselben zu bewegen. Je näher dem Mittelpunkt der Erde, desto weiter nach unten; je weiter davon entfernt, desto mehr nach oben. Nun mag die Erde sich mit uns drehen, wie sie will, wir bleiben in derselben Entfernung vom Mittelpunkt, kommen also nicht weiter nach unten und nach oben. Wir behalten immer den Himmel über und die Erde unter uns. Und die Schwere, auch unsers Körpers gegen die Erde, schützt uns vor dem Fallen.

Da ja die Erde eine Kugel ist, und oft genug Menschen von der Seite, wo wir wohnen, auf der entgegengesetzten Seite gewesen sind, so müßten sie ja auch selbst dann den Kopf nach unten gerichtet gehabt haben, wenn die Erde sich auch nicht um ihre Axe drehte. Davon haben sie aber nichts erfahren.

Also bezeichnen die Ausdrücke: die Sonne geht auf und unter, die Sache nur, wie sie zu sein scheint, nicht, wie sie wirklich ist. In frühern Zeiten, da man es noch nicht anders wußte oder dachte, als daß die Sonne — wirklich auf- und unterginge, wählte man den Ausdruck so, und diesen hat man beibehalten, ohne ihn nun noch im eigentlichen Sinn zu nehmen.

Wenn jemand nie eine Wanduhr gesehen hätte, und sähe zum ersten Mal den Stundenzeiger auf 12, darauf auf 3 und endlich wieder auf 12: so würde er schließen: das Ding bewegt sich, und zwar um den in der Mitte befindlichen Punkt herum.

Sähe ich in der Ferne eine schwarze Kugel, gegen die linke Seite hin einen weißen Fleck und bemerkte nicht, ob die Kugel sich um sich selbst bewegte oder nicht, aber doch nach einiger Zeit, daß der weiße Fleck weiter nach der rechten Seite hingekommen wäre: so würde ich schon vermuthen: die Kugel bewegt sich von der linken gegen die rechte

Seite herum. Sähe ich nun bald den Fleck auf der rechten Seite verschwinden, und einige Zeit darnach auf der linken wieder hervorkommen: so würde ich den Schluß machen: die Kugel dreht sich von der linken gegen die rechte Seite um sich selbst.

Durch Fernröhre hat man in der Sonne schwarze Flecken entdeckt, die man Sonnenflecken genannt hat. Von diesen Flecken bemerkt man, daß sie am westlichen Rande verschwinden, nach ungefähr 13 Tagen am östlichen wieder sichtbar werden, darauf allmählich weiter nach Westen hin zu rücken scheinen, und nach ungefähr 13 Tagen im westlichen Rande wieder verschwinden. So wird also die Sonne wohl auch sich um sich selbst bewegen, und zwar, wie berechnet ist, in beinahe 26 Tagen. Diese Bewegung geschieht, von hier aus gesehen, von O. nach W., von der Sonne aus aber wäre das von W. nach O., und gerade so wie die Axenbewegung der Erde.

Dabei kann die Sonne noch gern ein Fixstern sein; sie kann sich ja um sich selbst bewegen, ohne deßwegen ihre Stelle gegen die übrigen Fixsterne zu verändern.

Worin kommt also nach dem eben Bemerkten die Sonne mit der Erde überein? Worin aber ist sie doch von derselben verschieden?

Die Bewegung um sich selbst kann gern auch bei den andern Fixsternen Statt finden; nur wissen wir es nicht.

An den meisten Planeten hat man auch Flecken entdeckt, und so Gelegenheit gehabt zu schließen, daß auch sie sich um sich selbst bewegen, auch von W. nach O.

Bewegt der Mond sich auch um sich selbst? — Die Erde bewegt sich um sich selbst. Wenn daher der Mond den einen Abend um 6 Uhr aufgeht, so muß er es den folgenden Abend auch. Doch bemerken wir, daß der Mond jeden folgenden Tag fast 50 Minuten später erscheint, als den Tag vorher. Wie kann das zugehen? — Die Erde dreht sich in 24 Stunden von Westen nach Osten um sich selbst. Nach dieser Zeit müßte sie dem Monde denselben

Punkt wieder zukehren, wenn dieser auf seiner Stelle bliebe. Ehe das aber geschieht, gehen noch 50 Minuten mehr hin, als 24 Stunden. Also muß der Mond wohl in 24 Stunden weiter nach Osten vorgerückt sein. Da das alle Tage so fortgeht, so muß der Mond endlich ganz um die Erde herumkommen, und das geschieht denn wirklich in reichlich 27 Tagen.

Das ist freilich etwas, aber wir wissen nun doch noch nicht, ob der Mond sich auch um sich selbst bewegt. Das werden wir gleich sehen. Er kehrt uns (also der Erde) allemal eine und dieselbe Seite zu.

Nun will ich einmal langsam um diesen Tisch gehen, aber so, daß mein Gesicht immer gegen den Tisch gerichtet bleibt. Seht, jetzt habe ich den Rücken nach Süden, jetzt nach Osten, nun nach Norden, nun nach Westen, und nun (nachdem ich gerade herum bin) wieder nach Süden, und doch immer mein Gesicht nach dem Tische. Kurz, ich habe mich so bewegt, daß ich gegen alle Weltgegenden gekehrt gewesen bin. Also bin ich in der Zeit, daß ich mit dem Gesicht nach dem Tische um denselben herum ging, einmal um mich selbst gekommen.

Der Mond bewegt sich in 27 Tagen um die Erde, und kehrt beständig dieselbe Seite (sein Gesicht gleichsam) dahin. Also kommt er auch in 27 Tagen einmal um sich selbst herum.

So haben denn alle Weltkörper, so viel wir wissen oder doch vermuthen können, eine Bewegung mit einander gemein, die Bewegung um sich selbst.

Da es denn nun nicht die Sterne sind, die in 24 Stunden sich um die Erde bewegen, und dadurch die Parallelkreise beschreiben, wie steht es denn um diese? — Gesetzt denn, es reichte dennoch ein Faden von den Sternen an die Erde, so würde auch bei der Axendrehung der Erde jeder Faden einen Erdparallelkreis beschreiben, ganz so, wie wenn sich die Sterne um die Erde bewegten. Denken wir

uns zugleich einen Faden an der Erde fest und von da an die Sterne hin, so würde dieser die Parallelkreise des Himmels in derselben Zeit mit beschreiben.

Die Erdaxe, um welche sich die Erde dreht, hat an ihren Enden die Erdpole. Denken wir uns sie über diese bis ans Himmelsgewölbe verlängert, so treffen sie da die Himmels- oder Weltpole, alles ganz in dem Verhältniß, wie wir uns das früher gedacht haben. Außerdem sind ja auch Pole und Parallelkreise nur an ihrem Orte gedachte Punkte und Linien, nicht aber sichtbare Gegenstände.

§. 31.

Bewegung der Erde um die Sonne, so wie der übrigen Planeten. Gestalt ihrer Bewegungsbahnen. Haupt- und Nebenplaneten. Fixsterne.

Da die Sonne ein Fixstern ist, so muß sie gegen die andern Fixsterne immer dieselbe Stelle oder Lage behalten. Zu gleicher Zeit mit der Sonne (am Tage) sehen wir freilich keine Sterne, und also auch nicht, welche Lage die Sonne gegen sie hat. Indeß nehmen aufmerksame Beobachter folgendes wahr: die Fixsterne, die zu einer Zeit, etwa eine Stunde vor der Sonne im Horizonte sichtbar werden (aufgehen), thun es nach einiger Zeit nicht, gehen z. B. den folgenden Tag schon ungefähr 3 Minuten 56 Secunden früher auf —; vielmehr sind es dann ganz andere Fixsterne, die eine Stunde vor der Sonne erscheinen. Erst nach ungefähr 365 Tagen oder einem Jahre sehen sie dieselben Fixsterne wieder eine Stunde vor der Sonne aufgehen (mit der Sonne in derselben Stellung). So ist es auch in Ansehung der Fixsterne, die sie bald nach Sonnenuntergang in einer gewissen Stellung gegen die Sonne bemerken. Diese Stellung verändert sich von Zeit zu Zeit, bis sie nach einem Jahr wieder dieselbe ist. — Dies kann nun erstens daher kommen, daß die Sonne ihre Stelle gegen die Fixsterne im großen Weltraume ändert (sich fortbewegt); dann aber wäre

sie kein Fixstern — oder zweitens, daß die Fixsterne ihre Stelle gegen die Sonne ändern; dann wären aber diese nicht, was ihr Name sagt (keine Fixsterne). Freilich könnten aber auch drittens beide, Sonne und Fixsterne sich, und zwar ungleichförmig, fortbewegen; so aber gäbe es gar keine Fixsterne. — Ob aber nicht noch ein Viertes möglich ist? —

In der Mitte dieser Stube hängt eine Rechentafel am Boden. Wenn ich hier stehe, so sehe ich zur Rechten der Tafel einen Nagel im Boden. Nun will ich einmal in einem so großen Kreise, als die Stube zuläßt, um die Tafel herumgehen. Indem ich nun bis hier (um ein Viertel des Kreises) gegangen bin, sehe ich den Nagel nicht mehr zur Rechten der Tafel, sondern ich sehe zur Rechten einen kleinen weißen Fleck, der mir vorher hinter der Tafel war, und den Nagel sehe ich nun vor der Tafel. Weiter gegangen, und ich sehe zur Rechten auch nicht mehr den weißen Fleck, sondern den Balken. Jetzt aber, nun ich wieder auf der ersten Stelle bin, sehe ich wieder den Nagel zur Rechten der Tafel.

Wenn denn die Tafel die Sonne vorstellte, und ich die Erde, worauf wir wohnen; Nagel, weißer Fleck und Balken aber wären Fixsterne, die bald in dieser, bald in der andern Stellung gegen die Sonne wahrgenommen würden: so kämen diese verändert wahrgenommenen Stellungen der Sonne und Fixsterne gegen einander nicht daher, daß Sonne oder Fixsterne sich fortbewegten, sondern, weil die Erde sich um die Sonne bewegte. Das ist denn nach ausgemachten Beobachtungen und Berechnungen der Fall: die Erde bewegt sich nicht allein um sich selbst ohne weiter fortzurücken, wie das mit dem Rade eines Spinnrockens der Fall ist; sondern indem sie sich um ihre Axe dreht, kommt sie auch immer weiter von ihrer Stelle, und — in reichlich 365 Tagen um die Sonne herum. Darin gleicht sie mehr dem Rade am Wagen, das, indem es um seine

Axe rollt, zugleich um einen freien Gegenstand (z. B. um einen Baum) herumkommen kann.

Anmerk. Daß freilich mehr ein Fortschießen, als Fortrollen der Erde Statt hat, ist eine Erinnerung, die wohl besser in der Folge ihren Platz findet.

Wenn das denn so ist, so muß die Erde den Bewohnern anderer Weltkörper als ein Planet erscheinen — wie das? —

Mit den übrigen Planeten geht es, wie mit der Erde; sie bewegen sich nicht bloß um sich selbst, sondern zugleich auch um die Sonne herum.

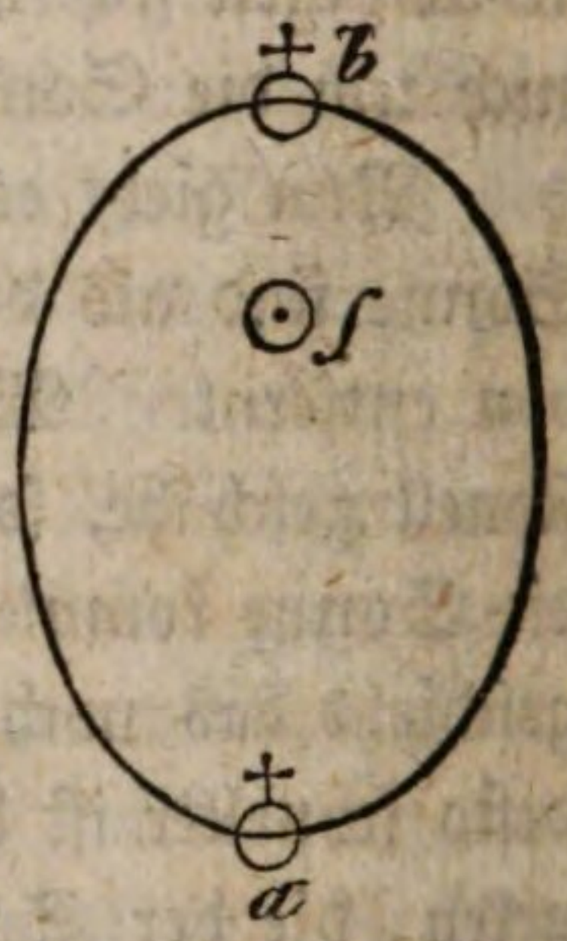
Nun giebt es ein paar Planeten, welche näher bei der Sonne sind als die Erde; die andern aber sind weiter davon entfernt. Wenn ihre Bewegung nun ungefähr gleich schnell geschähe, so würde ein Planet um so geschwinder um die Sonne kommen, je näher er derselben wäre. Nun aber geschieht das noch geschwinder; denn je näher der Sonne, desto schneller ist die Bewegung eines Planeten. Die Planeten, die der Sonne näher sind, vollenden ihren kürzeren Weg um dieselbe daher noch eher als man denken sollte. So gebraucht der nächste Planet (Merkur) nur 88 Tage, der entfernteste (Uranus) gar 84 unserer Jahre zu dieser Reise.

Doch ist der Merkur 8 Millionen und der Uranus ungefähr 397 Millionen Meilen von der Sonne entfernt. Danach wäre ja die Entfernung des letztern beinahe 50 mal so groß, als die des erstern. Es müßte der Merkur daher nur 50 mal so schnell um die Sonne kommen; aber das geschieht viel schneller, wie nun leicht auszurechnen ist.

Der Mond bewegt sich beständig fort (alle 27 Tage) um die Erde. Er bleibt in sofern bei der Erde. Da diese sich um die Sonne bewegt, so geht der Mond natürlich mit um die Sonne. Er ist der Begleiter der Erde um die Sonne, und macht deßwegen diese Bewegung nicht für sich allein.

Solche Begleiter oder Monde haben andere Planeten auch, einer z. B. 4, ein anderer sogar 8. Man nennt diese Begleiter Nebenplaneten oder Trabanten, und jene, die sich für sich allein (unmittelbar) um die Sonne bewegen, Hauptplaneten. Warum ist also die Erde ein Hauptplanet? unser Mond ein Nebenplanet? —

Der Raum, den ein Körper in seiner Bewegung durchläuft, heißt sein Weg oder seine Bahn. Diese kann gerade und auch krumm sein. Die Bahn unserer Erde um die Sonne ist krumm, und zwar rund, aber nicht zirkelrund, sondern länglichrund so wie etwa beistehende Figur. S stelle die Sonne vor, a und b die Erde in zwei verschiedenen Stellungen gegen die Sonne. Die Erde a ist viel weiter von der Sonne, als die Erde b. So ist es in der Wirklichkeit: bald ist die Erde der Sonne näher, bald davon weiter entfernt, und daher hat man die Ausdrücke: Sonnennähe und Sonnenferne. Was sollen demnach diese Ausdrücke sagen?



Aehnliche Bahn beschreibt der Mond um die Erde. Daher ist er auch bald in der Erdnähe, bald in der Erdferne. Was heißt das?

Die Bahn aller Hauptplaneten um die Sonne ist von derselben Gestalt.

Genaue Beobachtungen haben nun auch gelehrt, daß die Erde und andere Planeten sich in der Sonnennähe geschwinder fortbewegen, als wenn sie weiter entfernt oder gar in der Sonnenferne sind. — Das ist denn gewiß eben so zu erklären, als die Erscheinung, daß die Planeten überhaupt, so wie sie der Sonne näher sind, auch um so schneller sich fortbewegen (Merkur und Uranus). Die Sonne hat dann mehr Gewalt über sie.

Außer den erwähnten giebt es noch Weltkörper, die

keine Fixsterne sind, und sich auch noch von den Planeten, so weit wir sie bisher kennen gelernt haben, merklich unterscheiden. Man nennt sie Kometen, und sie bewegen sich auch um die Sonne, aber auf einem so langen Wege und in so außerordentlich länglicher Bahn, daß mehr und weniger, oft sehr viele Jahre damit hingehen, ehe sie einmal ihren Weg vollenden.

So beobachtete der Engländer Halley 1682 einen Kometen und verglich diesen mit denjenigen, die 76, 152 und 227 Jahr früher waren gesehen worden. Da brachte er heraus, daß das allemal ein und derselbe Komet gewesen sei. Das sei also ein Komet, der ungefähr 76 Jahre zu seinem Umlauf um die Sonne nöthig habe. Dieses hat sich auch bestätigt; denn 1759 (nicht 1758) erschien er wirklich wieder, wie denn auch ja im letzten Viertel des Jahres 1835. Dieser Komet wird der Halleysche Komet genannt (warum wohl? —).

Andere Kometen brauchen theils längere, theils kürzere Zeit. So will man z. B. von Einem wissen, daß er 575, und von noch Einem gar, daß er über 7000 Jahre zu seiner Reise um die Sonne nöthig hat.

Wegen ihres ungeheuer langen Weges sind die Kometen gewöhnlich so weit von uns, daß wir sie nicht sehen können, und alsdann sind sie auf jeder Reise einmal in der Sonnennähe und einmal in der Sonnenferne. Es soll der Halleysche Komet in seiner Sonnennähe sich gegen 3700 mal so schnell bewegen als in seiner Sonnenferne.

Ob die Kometen ihr Licht von sich selbst oder von der Sonne erhalten, weiß man noch nicht.

Man unterscheidet drei Arten von Kometen. Einige haben einen langen haarigen Schweif, der schimmernd hell ist, und den man fast immer von der Sonne abgekehrt gefunden hat; andere nur einen haarigen Bart, der ebenfalls schimmernd hell ist, und die dritte Art hat das Unterschei-

dende, daß sie einen hellen Schein rings um sich herum wirft. Schweif und Bart, so wie der Schein der letztern Art, sind durchsichtig, so daß man Fixsterne, die dahinter waren, dadurch hat sehen können. Das innere Undurchscheinende der Kometen nennt man den Kern dieser Weltkörper. Worin kommen also die Kometen mit den Planeten überein? Worin unterscheiden sie sich von diesen? Worin von den Fixsternen?

So sind also die Kometen eben sowohl Theile der unermeßlich großen Gotteswelt, wie die Erde, die wir bewohnen, und die Sonne, welche uns Licht und Wärme verleiht. Auch sie vollenden ihren Lauf nach den ihnen von der Allmacht und Allweisheit angewiesenen Gesetzen, wovon das eine heißt: „Bis hieher und nicht weiter!" Wir haben also bei ihrem Erscheinen durchaus nicht Ursache, sie als Vorboten von Unglücksfällen (von Krieg, Miswachs, Pest ꝛc.) zu betrachten, wie der Abergläubische zuweilen gethan hat und noch thut. Vielmehr mit Bewunderung und Ehrfurcht gegen den, der sie ins Dasein rief und auch durch sie das Gleichgewicht des großen Weltganzen erhält, muß uns ihre Betrachtung erfüllen.

§. 32.

Mondswechsel. Periodischer und synodischer Monat.

Der Mond hat, wie wir nächstens sehen, eine kugelförmige Gestalt. Sein Licht bekommt er von der Sonne. Ohne die Sonne würde es dunkel auf ihm sein. Ein Licht kann von einer Kugel nur die Hälfte zur Zeit erleuchten oder bescheinen. Daher erleuchtet die Sonne den Mond auch nur zur Hälfte auf einmal. Auf der andern Hälfte wird es dunkel sein.

Wir wissen, der Mond kehrt uns immer eine und dieselbe Seite zu. Ist diese Seite zugleich der Sonne zugekehrt, so daß sie die erleuchtete ist: so sehen wir die ganze Mondhälfte, oder (weil sie uns wie eine Scheibe erscheint)

die ganze Mondscheibe. Wird aber die andere Hälfte, die uns nicht zugekehrt ist, von der Sonne erleuchtet, so können wir nichts von dem Monde sehen. Auch kann es sich aber treffen, daß nur die Hälfte der uns zugekehrten Mondseite erleuchtet wird, und die andere erleuchtete Hälfte von uns absteht. Alsdann sehen wir nur die halbe Mondscheibe oder ein Viertel des ganzen Mondes. Es kann auch weniger noch, als die Hälfte der erleuchteten Seite des Mondes uns zugekehrt sein, und dann sehen wir auch weniger als ein Viertel des Mondes. Was wir dann sehen, ist einer Sichel oder einem Bogen ähnlich.

Angenommen, mein Kopf stellte den Mond vor, und zwar mein Gesicht die erleuchtete, und der Hintertheil des Kopfes die dunkle Hälfte. Nun will ich einmal so in einem Kreis herumgehen, daß ich mein Gesicht immer in den Kreis hineingekehrt halte. Sieh, jetzt siehst du nichts vom Gesicht, jetzt schon etwas, nun das halbe Gesicht. Weiter gegangen — so siehst du etwas mehr als die Hälfte, und nun — das ganze Gesicht. Weiter noch, und — du siehst weniger als das ganze Gesicht, jetzt schon wieder nur die Hälfte; nun aber noch weniger als die Hälfte, und endlich nichts mehr vom Gesicht.

Eben so sehen wir auch zu gewissen Zeiten nichts vom Monde (das ist Neumond); bald darauf aber etwas, und dies Etwas wird immer größer, nimmt zu (wir haben zunehmenden Mond) bis wir (zur rechten Seite von uns aus) die halbe Mondscheibe oder ein Viertel des Mondes sehen (das ist erstes Viertel). Noch sehen wir von Tag zu Tag mehr vom Monde (haben wir zunehmenden Mond) bis wir die ganze Mondscheibe sehen (Vollmond haben). Nun kommt die Zeit, wo wir täglich weniger vom Monde sehen (abnehmenden Mond bekommen) bis uns nur ein Viertel desselben (zur linken Seite) erscheint (wir letztes Viertel haben) und wir zuletzt nichts vom Monde mehr sehen oder wieder Neumond haben. Aufgang des Mondes: Neu-

mond Morgens; erstes Viertel Mittags; Vollmond Abends; letztes Viertel Mitternacht.

Aber worin haben alle diese Veränderungen mit dem Monde ihren Grund? — Das wollen wir versuchen uns deutlich zu machen. Am nächsten unter allen Himmelskörpern ist uns der Mond, viel näher als die Sonne. Daher kann der Mond wohl zwischen der Sonne und der Erde zu stehen kommen, so wie auch die Erde zwischen Sonne und Mond; nur nie die Sonne zwischen Erde und Mond, weil in dem Falle jene uns ja näher wäre als der Mond.

Wenn nun der Mond zwischen der Sonne und der Erde steht, so wird die Seite desselben von der Sonne erleuchtet, die von uns absteht, und wir sehen den Mond nicht, haben Neumond. — Der Mond rückt immer weiter nach Osten, und daher wird die Sonne bald weiter nach Westen hinstehen, als er, so daß dann auf die Westseite desselben mehr Sonnenlicht hinfällt. Diese Westseite wird uns etwas erhellt erscheinen. Dies Helle wird zunehmen, so wie der Mond weiter nach Osten rückt, und ist er so weit gerückt, daß wir, indem wir ihn vor uns, die Sonne ganz zur Rechten haben: so sehen wir die halbe westliche Mondscheibe erhellt, und haben erstes Viertel. — Noch weiter rückt der Mond herum und nimmt zu, bis wir, indem wir den Mond vor uns sehen, die Sonne hinter uns haben. Dann sehen wir die ganze Mondscheibe und haben Vollmond. In diesem Falle sind wir, oder ist die Erde zwischen Sonne und Mond.

Indem nun der Mond noch weiter nach Osten herumrückt, wird seine Ostseite nach und nach mehr Licht bekommen, das Licht auf seiner Westseite aber abnehmen, bis wir bald nur die östliche halbe Mondscheibe oder das östliche Mondsviertel sehen, und wir letztes Viertel haben. Noch haben wir abnehmenden Mond, bis er so weit nach Osten herumgerückt ist, daß er wieder zwischen der Erde und der

Sonne sich befindet, so daß von der erleuchteten Mondhälfte uns nichts sichtbar ist, und wir wieder Neumond haben.

So erkennen wir also den zunehmenden Mond daran, daß seine westliche Seite (d. i. von uns gesehen: rechts) uns sichtbar ist, und — woran den abnehmenden Mond?

Uebrigens wissen wir nun auch, daß der Mond nicht eigentlich zu- und abnimmt, sondern daß diese Ausdrücke die Sache nur bezeichnen, wie sie uns erscheint, nicht aber, wie sie ist.

Der Mond erscheint uns entweder gar nicht oder in sehr verschiedenen Lichtgestalten, die alle (der Neumond mitgerechnet) mit dem griechischen Worte Mondphasen benannt werden. Von diesen haben 4 ja noch ihre besonderen Namen, als: Neumond, erstes Viertel u. s. w.

Der Mond braucht reichlich 27 Tage, ehe er seinen Lauf um die Erde vollendet. Sonach würde auch so viel Zeit verfließen von einem Neumonde zum andern. Damit gehen aber ungefähr $29\frac{1}{2}$ Tage hin. Wie das angeht? — Der Mond rückt von W. nach O. um die Erde. Die Erde aber bewegt sich auf ihrer Bahn um die Sonne auch nach Osten fort und der Mond dahin noch wieder mit ihr. Kommt die Erde in der Zeit des Mondumlaufs nach Osten, so kommt ihr die Sonne weiter nach Westen zu stehen. Daher muß er, wenn er um die Erde herum ist, noch etwas weiter, ehe er die zurückgebliebene Sonne wieder einholt — ehe er z. B. wieder zwischen Erde und Sonne kommt. Damit gehen noch reichlich 2 Tage hin, zusammen $29\frac{1}{2}$ Tage, und so von einer Hauptmondphase zur andern etwas über 7 Tage.

Es giebt also einen doppelten (Mond-) Monat, den von reichlich 27 und den von $29\frac{1}{2}$ Tagen. Jener heißt der periodische, dieser der synodische Monat.

Bem. Durch eine Zeichnung läßt sich das Zurückbleiben der Sonne, und daß daher noch längere Zeit, ehe Neumond —, leicht veranschaulichen.

§. 33.

Mond- und Sonnenfinsterniß.

Vollmond haben wir, wenn die Erde zwischen der Sonne und dem Mond ist. Aber so sollte man denken, daß die Erde das Sonnenlicht dann aufhielte und der Mond gar nicht erleuchtet würde?

Hier sind 3 Kugeln. Die weiße soll die Sonne, die blaue den Mond und die mit verschiedenen Farben die Erde vorstellen. Die will ich alle auf diesen Tisch hinstellen: da den Mond, hier die Erde, worauf wir (nach unserer einstweiligen Vorstellung) wohnen, und weiter zurück die Sonne. Nun ist die Erde zwischen dem Monde und der Sonne, und doch kann die Sonne die ganze Mondhälfte bescheinen, und hier auf dieser Stelle der Erde würde man auch die ganze beschienene Mondhälfte sehen können. Wäre aber die Erde da, wo ich sie jetzt hinstelle (auch zwischen Mond und Sonne), so würde die Sonne fast gar kein Licht auf den Mond werfen können. Die Erde würde das Sonnenlicht aufhalten. Was ist zwischen den beiden angeführten Fällen denn für ein Unterschied? — Im letztern ist die Erde in gerader Linie zwischen Sonne und Mond, im erstern aber außer dieser Linie in schräger Richtung, und so ist es eben in den gewöhnlichen Fällen des Vollmondes. Allemal ist dann die Erde zwischen Sonne und Mond, aber deßwegen noch nicht in gerader Linie dazwischen. Doch trifft es sich zur Zeit des Vollmonds zuweilen, wenn gleich sehr selten, daß die Erde in gerader Linie zwischen Sonne und Mond sich befindet, und in dem Fall wird dem Monde das Sonnenlicht mehr oder weniger von der Erde entzogen. Der Mond wird in Schatten (in den Schatten der Erde) gestellt, und uns verdunkelt erscheinen. Man nennt solche Verdunkelung des Mondes Mondfinsterniß, die uns im Kalender immer vorher verkündigt wird, weil die Kalendermacher die Zeit, wann die Erde in gerader

Linie zwischen Sonne und Mond kommt, im Voraus zu berechnen verstehen. Daß wir zu keiner andern als zur Zeit des Vollmonds Mondfinsterniß haben können, sehen wir nun leicht ein. Wie hängt das nämlich zusammen?

Wann haben wir Neumond? — So eben wollen wir gedachte 3 Kugeln denn einmal legen. Seht, da die Erde, da die Sonne und (in gerader Linie dazwischen) da den Mond. Wer nun da auf der Erde wäre, der würde vor dem Monde ja die Sonne nicht sehen können; der Mond würde ihm die Sonne verdecken. Ist das allemal zur Zeit des Neumondes so? — Ich darf nur den Mond ein wenig auf- oder unterwärts schieben, und man kann von der Erde aus die Sonne gleich ganz sehen, und doch ist die uns zugekehrte Mondhälfte nicht erleuchtet; der Mond also uns unsichtbar, wie das beim Neumonde allemal der Fall ist: — So können wir also Neumond haben, der Mond kann zwischen Erde und Sonne sein, ohne daß er uns die Sonnenscheibe verdeckt, wenn er nur nicht eben in gerader Linie zwischen uns und der Sonne ist. Ist aber dieses, so hält er, wenn gleich nicht alle, doch einen Theil der Sonnenstrahlen von der Erde ab. Die Sonne scheint uns verdunkelt, und wir haben Sonnenfinsterniß, eigentlich (weil auf der Erde eine Verdunkelung entsteht und nicht in der Sonne selbst) Erdfinsterniß. Warum können wir nicht anders Sonnenfinsterniß haben, als zur Zeit des Neumondes? Warum haben wir diese Erscheinung aber nicht bei jedem Neumonde? Worin sind Mond- und Sonnenfinsterniß von einander unterschieden? — Wie die Mondfinsternisse, so lassen sich auch die Sonnenfinsternisse vorher berechnen.

Der Mond kann ganz in gerader Linie zwischen der Erde und der Sonne sein, und auch kann es sich treffen, daß nur ein Theil des Mondes in diese gerade Linie kommt, und der übrige Theil außerhalb der Linie ober- oder unterwärts bleibt. Im ersten Fall würde auf einigen Stellen

der Erde die Sonne ungefähr ganz vom Monde bedeckt erscheinen, und dann hätten wir eine totale (vollständige) Sonnenfinsterniß. Im letztern Fall aber würde ein Theil der Sonne unbedeckt bleiben, und wir hätten nur eine partiale (theilweise) Sonnenfinsterniß.

Wenn der Mond ganz in gerader Linie zwischen der Erde und der Sonne sich befindet, so wird eine gerade Linie, die wir vom Mittelpunkt der Erde zu dem Mittelpunkt der Sonne gezogen denken, dann auch durch den Mittelpunkt des Mondes gehen. Nun ist aber der Mond viel, viel kleiner als die Sonne. Wenn daher der Mond auf die Sonne gelegt würde, so würde er uns so wenig von der Sonne bedecken, daß wir kaum etwas davon merkten. Aber die Sonne ist sehr viel weiter von uns als der Mond; daher erscheint dieser ungefähr eben so groß als jene. Daher kann er an seiner Stelle uns wohl die Sonne ungefähr bedecken. — Nun ist der Mond zuweilen der Sonne näher oder doch weiter von uns entfernt. Dann erscheint er uns etwas kleiner, und kann auch dann, wenn er ganz zwischen Erde und Sonne ist, diese nicht ganz bedecken. Es bleibt dann noch ein heller Rand oder Ring der Sonne für uns zu sehen. — Die Sonnenfinsterniß, welche so erscheint, heißt eine ringförmige Sonnenfinsterniß. — Diese ist denn noch von der partialen und totalen zu unterscheiden. Worin besteht der Unterschied?

Ob wohl ein ähnlicher Unterschied in Ansehung der Mondfinsternisse Statt findet? — Das begreift sich leicht. Es kann die ganze Erde in der geraden Linie zwischen der Sonne und dem Monde sein und so den Mond ganz in Schatten stellen oder gegen die von der Sonne ausströmenden Strahlen verdecken; auch aber kann ein Theil der Erde in, ein anderer Theil außerhalb dieser geraden Linie sich befinden. In diesem Falle werden wir eine partiale Mondfinsterniß haben (in wiefern das?) in jenem eine totale. Was verstehen wir unter dieser, was unter jener?

Die Erde ist viel größer als der Mond; daher auch der Schatten, den jene zur Zeit der Mondfinsterniß auf diesen wirft, größer ist, als der des Mondes. Wenn nun die Erde so zwischen Mond und Sonne steht, daß eine einzige gerade Linie alle drei Mittelpunkte verbinden kann, so steht der Mond allemal ganz in dem Schatten der Erde. Deßwegen kann es eine ringförmige Mondfinsterniß nicht geben.

Im Kalender steht von sichtbaren und unsichtbaren Sonnen- und Mondfinsternissen. Wie hängt es damit zusammen? Der Mond ist kleiner als die Erde. Er kann daher zur Zeit nur zwischen einem Theil der Erde und zwischen der Sonne in gerader Linie sich befinden. Auf dem Theil der Erde, zwischen welchem und der Sonne sich vom Monde nichts in gerader Linie befindet, ist keine Sonnenfinsterniß bemerkbar (sichtbar), obwohl doch übrigens eine solche sein kann. Daher ist für diese Stelle die Sonnenfinsterniß unsichtbar. — Weil die Erde (wie wir bald genauer lernen) eine Kugelgestalt hat, so kann man auf der Seite, die von der Sonne abgekehrt ist, von der etwa vorhandenen Sonnenfinsterniß auch nichts merken. Für die da Wohnenden ist sie also auch unsichtbar. Wann wird eine Sonnenfinsterniß für uns also eine unsichtbare sein?

Nur für die Stellen der Erde, die dem Monde zugekehrt sind, kann es zur Zeit eine Mondfinsterniß geben. Für die andern Gegenden ist eine solche dann nicht sichtbar. Daher der Unterschied zwischen unsichtbarer und sichtbarer Mondfinsterniß. Wann hat eine Gegend diese? wann jene?

Bem. Die Zeichnungen zur Veranschaulichung machen sich leicht.

§. 34.

Gestalt der Erde.

Daß die Erde eine kugelförmige Gestalt hat, ist mehrmals schon erwähnt und vorausgesetzt worden, und hat nach

§. 29. schon etwas Wahrscheinlichkeit gewonnen. Jetzt wollen wir auch beweisen, daß dem so ist.

Diese Kugel stelle die Erde vor. Wenn ich selbige (am Abend etwa) zwischen das Licht und die Wand halte, so entsteht an der letztern ein Schatten, und der ist rund. Sähe ich bloß den Schatten, und den Körper nicht, so würde ich doch denken, der Körper sei rund. — Ob auch kugelförmig? Wenn ich diesen Teller auch (so) zwischen das Licht und die Wand halte, so erscheint der Schatten eben so rund, wie der der Kugel. Also folgt aus dem runden Schatten die Kugelgestalt des Körpers so noch nicht. Wenn ich aber den Teller einmal so (wasser- oder senkrecht) zwischen Licht und Wand halte, so wird der Schatten länglicht. Die Kugel dagegen mag ich drehen, wie ich will, der Schatten ist allemal rund.

Erschiene also der Schatten eines Körpers allemal rund, letzterer möchte gegen das Licht gestellt sein so oder anders: so würde ich mit Recht schließen, der Körper sei kugelförmig.

Zur Zeit der Mondfinsternisse sehen wir den Schatten der Erde in dem Monde. Allemal hat man diesen Schatten rund gesehen, wo die Mondfinsterniß auch sichtbar gewesen ist, hier oder an andern Stellen der Erde.

So folgt denn die kugelförmige Gestalt der Erde

1. aus dem jedesmaligen runden Schatten derselben zur Zeit der Mondfinsterniß.

Jetzt halte ich auf den obern Theil der Kugel diese Nadel senkrecht, und du siehst die Nadel ganz. Noch soll sie senkrecht auf der Kugel bleiben, nur will ich sie weiter fort, von dir abschieben, und so siehst du die Nadel nicht mehr ganz, sondern bloß den obern Theil derselben. Rücke ich sie allmählich noch weiter, so siehst du allmählich weniger, und — nun gar nichts mehr von der Nadel.

Auch will ich die Nadel senkrecht auf den Tisch halten. Du siehst sie ganz. Ich schiebe sie weiter von dir ab. Du siehst sie noch ganz. Weiter — und noch immer ganz.

Woher diese Verschiedenheit? In jenem Falle bewegte sich die Nadel auf einer Kugel, in diesem auf einer Ebene. Daher sank vorher die Nadel hinter dem höchsten Punkt der Kugel herunter; in diesem Fall blieb sie immer gleich hoch.

Weil es auf dem Meere keine Berge giebt, so kann man da sehr weit in die Ferne sehen, zumal wenn man in den Mastbaum des Schiffs steigt. Da versichern nun die Schiffer, daß sie von den Schiffen, welche sie in weiter Entfernung gewahr werden, zuerst die obern Theile nur sehen, und erst, wenn sie näher kommen, immer mehr auch von den untern Theilen. Umgekehrt, je weiter sich Fahrzeuge von ihnen entfernen, desto mehr verlieren sich die Theile derselben von unten nach oben aus ihrem Gesichte, bis zuletzt auch die obere Spitze verschwindet.

So kann demnach das Meer keine Ebene sein; man hat Grund, dasselbe, wie die ganze Erde (wovon es den größten Theil ausmacht) für kugelförmig zu halten, und zwar

2. weil auf dem Meere die obern Theile der fernen Schiffe zuerst sichtbar werden.

Nun will ich die Kugel einmal auf dieses Gestell setzen. Die Nadel stelle ich senkrecht auf den obersten Punkt der Kugel, und so ist der Nadelkopf gerade eben so hoch, als dieser weiße Fleck an der Wandtafel. Gegen diesen Fleck hin will ich die Nadel auf der Kugel fortbewegen, doch so, daß sie immer senkrecht auf der Kugel bleibt. Seht! nun ist die Nadel niedriger als der weiße Fleck, und wird noch immer niedriger, so daß (seht!) der Fleck nun schon über dem Nadelkopfe steht.

Stelle dich einmal hierher. Ich will einen Punkt an die Tafel machen, der gerade so hoch steht, wie dein Kopf. Nun gehe näher nach der Tafel. Dein Kopf bleibt immer eben so hoch, wie jener Punkt an der Tafel. Das kommt, weil du nun nicht (wie vorher die Nadel) auf einer Kugel vorwärts gehest, sondern auf einer Ebene.

Solchen Punkt oder Fleck hat man sich am Himmel auch bemerkt. Das ist der Polarstern, der dem Nordpol ganz nahe ist, und durch die Axenbewegung der Erde wenig andere Stellung bekommt (nächsten Abend, wenns helles Wetter ist, will ich ihn euch zeigen). In den südlichen Gegenden der Erde sieht man diesen Stern gar nicht. Reiset man von da an nach Norden, und immer weiter: so erscheint er zuerst im Horizont, nachher steigt er immer höher, oder vielmehr: man sinkt gegen den Stern immer tiefer, bis man zuletzt am nördlichsten Punkt der Erde gerade unter ihm ist, oder ihn über dem Kopfe hat. Umgekehrt kommt der Stern immer tiefer zu stehen, je weiter man nach Süden reis't. So gehts auch mit andern Sternen, die man sich im Norden und Süden am Himmel merkt: je näher man auf sie zureis't, desto höher kommen sie einem zu stehen und umgekehrt.

Es kann die Erde also keine Ebene sein, sonst würde der Reisende gegen die Sterne im Norden und Süden in derselben Höhe bleiben. Also ist das ein Grund für die Abründung der Erde von Süden nach Norden hin, und so auch in Etwas für die Kugelgestalt, daß

3. der Polarstern immer höher zu stehen kommt, je weiter man nach Norden reis't, und umgekehrt (und überhaupt, daß im Norden und Süden, wenn wir dahin reisen, uns immer neue Sterne sichtbar werden, und diese und andere uns immer höher kommen, und — umgekehrt).

Indem ich die Nadel auf der Kugel immer vorwärts bewege, kommt sie zuletzt wieder nach derselben Stelle. Sie kommt aber nicht von der Seite her, wohin sie sich bewegte, sondern von der entgegengesetzten Seite.

Wenn ich auf dem Tische die Nadel vorwärts bewege, so kommt sie so nicht wieder auf dieselbe Stelle. Soll sie das, so muß sie wieder umkehren.

Das macht, daß ich in diesem Falle die Nadel auf ei-

ner Ebene, in jenem aber auf einer Kugel vorwärts bewegte. Beim Vorwärtsbewegen auf einer Ebene kommt man nicht wieder auf dieselbe Stelle, wohl aber, wenn dies auf einer Kugel geschieht.

Man hat mehrmals den Versuch gemacht, und ist mit einem Schiffe von einem Orte aus immer vorwärts gesegelt, und so ohne umzukehren von der entgegengesetzten Seite wieder an dieselbe Stelle gekommen. Auch daraus schließt man, daß die Erde eine Kugel sei, nämlich:

4. weil Seefahrende, ohne umzukehren, am Abfahrtsorte, von der entgegengesetzten Seite her, wieder angekommen sind.

Von solchen Seefahrenden sagt man, sie umsegeln die Welt. Man nennt sie Weltumsegler. Die erste Reise der Art machte Ferdinand Magelhan, ein Portugiese (1519).

Indem ich diese Kugel langsam von Westen nach Osten um sich selbst drehe, so wird der, der weiter nach Osten wohnt, jene kleine Kugel, welche die Sonne vorstellt, eher wahrnehmen, als wer weiter nach Westen ist (seht nur, indem ihr euch diesen Punkt weiter nach Osten und jenen weiter nach Westen auf der Kugel merkt).

Auf diesem Brette ist hier ein Punkt weiter nach Osten, da einer weiter nach Westen. In beiden Punkten ist die Kugel, welche die Sonne vorstellt, jetzt nicht sichtbar. Nun drehe ich das Brett langsam nach Osten herum, und nun — sieht man im östlichen Punkte so eben die Sonne, im westlichen aber auch so eben, also in beiden zugleich. Das kommt, weil das Brett eine Ebene ist.

Je weiter nun ein Mensch nach Osten auf unserer Erde wohnt, desto eher geht ihm die Sonne auf. So kann also die Erde, die sich von Westen nach Osten um sich selbst dreht, keine Ebene sein; sonst müßte allen Bewohnern dieser Ebene die Sonne zugleich im Horizonte sichtbar werden (aufgehen). Also auch daher können wir die Erde für ku-

gelförmig halten (und zwar für gerundet von Osten nach Westen),

5. weil den östlichen Bewohnern derselben die Sonne früher erscheint, als den westlichen.

Wir wissen bereits, daß alle Körper und Körpertheile, die zur Erde gehören, das Bestreben haben, sich nach dem Mittelpunkte der Erde zu bewegen (daß sie Schwere gegen die Erde haben). Dieses Bestreben ist auf der eigentlichen Erdoberfläche, vornehmlich auf der Meeresfläche, überall gleich. Der Mittelpunkt zieht von daher alles gleich stark an sich. Thut er aber das, so ist er auch von der Oberfläche überall gleich weit entfernt, und sonach die Erde eine Kugel. Also auch das ist Grund:

6. daß die Schwere der Erdkörper gegen den Mittelpunkt der Erde überall auf der eigentlichen Oberfläche, wie das auf der Meeresfläche besonders merklich, sich gleich ist.

Einer der angeführten Beweise macht es schon allein gewiß, daß die Erde eine Kugelgestalt hat (welchen Beweis meine ich?); die übrigen dagegen machen es mehr und weniger wahrscheinlich; alle zusammen aber führen die Sache zur unumstößlichen Gewißheit und Sicherheit. Doch das merkt euch dabei, daß die Erde nur beinahe diese Gestalt hat, indem sie nach genauen Beobachtungen, im Norden, wie im Süden etwas abgeplattet ist. In sofern ist sie einer Pomeranze ähnlicher, als einer vollkommnen Kugel.

Unsere Erde sollte eine Kugel sein? Wie viele und hohe Berge sind nicht auf derselben; wie tief dagegen die Thäler? —

Antwort. Auf dieser Kugel liegen hin und wieder einzelne Sandkörner. Das macht sie uneben; aber ist sie wegen dieser Unebenheit keine Kugel mehr? — Das ist sie noch. — Nun, die Berge betragen gegen die ganze Erde nicht einmal so viel, als diese Sandkörner gegen diese Kugel.

§. 35.

Die Größe der Erde. Damit verglichen die des Mondes und der Sonne. Beider letztern Entfernung von uns.

Wir wollen einmal annehmen, es wären zwei Männer, August und Heinrich, gerade in der Mitte zwischen dem nördlichsten und südlichsten Punkt auf unserer Erde (auf dem Aequator), doch August 27 Meilen weiter östlich, als Heinrich (so wie diese beiden Finger jetzt auf dieser Kugel gerade in der Mitte zwischen dem und dem Punkte sind). Dem A. ginge die Sonne natürlich früher auf, als H. Wenn beide nun Uhren bei sich hätten, die genau übereinstimmend und richtig gingen, und es fände sich, daß dem A. die Sonne 7 Minuten 12 Secunden früher aufgegangen wäre, als dem H.: so ließe sich wohl berechnen, wie viele Meilen der Erde Umfang groß sein müßte. Man dürfte nur so schließen: In 7 Minuten 12 Secunden bewegt sich der mittlere Theil (Umfang) der Erde 27 Meilen, wie weit denn in 24 Stunden, in welchen sie ihrem ganzen Umfange nach herumkommt? Wer berechnet das am geschwindesten? — Antwort. —

Wir sind aber von der Mitte zwischen dem nördlichsten und südlichsten Punkt der Erde weit entfernt. Läßt sich von hieraus nicht die Größe des Erdumfangs auch bestimmen? — Wollens sehen. Jeder Kreis, er sei größer oder kleiner, wird in 360 gleiche Theile, die man Grade nennt, getheilt.

In eben so viele Theile oder Grade wollen wir auch den ganzen Erdmeridian getheilt denken, auf welchem wir wohnen, so wie ebenfalls den diesem entsprechenden Himmelsmeridian, der ja durch die beiden Himmelspole geht. Je weiter nach Norden, desto höher steigt uns der Polarstern und umgekehrt. Wie viele Grade der Polarstern an einem Orte höher oder niedriger steht, als an dem andern,

das läßt sich messen. Und so viele Grade dies sind, so viele Grade des Erdumfangs ist einer auch weiter nach Norden oder Süden. Gesetzt nun, einer von zweien befände sich $12\frac{1}{2}$ Meilen weiter nach Norden, als der andere, und diese Entfernung machte einen Unterschied von $\frac{5}{6}$ Grad Höhe des Polarsterns (Polhöhe heißt das auch): so folgte die Größe des Erdumfangs vom Süden nach Norden leicht durch den Schluß: $\frac{5}{6}$ Grad machen $12\frac{1}{2}$ Meilen, wie viel denn 360 Grade? Antw. wie vorher 5400 Meilen.

Da sich der Umfang eines Kreises zu dessen Durchmesser ungefähr wie 314 zu 100 verhält, so findet man leicht, daß der Durchmesser unserer Erde beinahe 1720 Meilen lang ist.

Der höchste Berg auf der Erde hat noch nicht die senkrechte Höhe von einer Meile, macht in seiner Höhe also noch nicht den 1720sten Theil des Erddurchmessers aus. 1720mal 2 Sandkörner auf einander machen doch wohl schon mehr als den Durchmesser dieser Kugel aus. Doch bleibt diese Kugel eine Kugel, wenn auch solche Erhabenheiten, wie 2 Sandkörner, darauf sind. Also —? — Eine viereckigte Fläche, die 1 Meile lang und 1 Meile breit ist, nennt man eine Quadratmeile. Solcher Quadratmeilen enthält die Oberfläche unserer Erde ungefähr 9 Millionen und 300,000.

Ein würfelförmiger Körper, so groß, daß er 1 Meile lang, 1 Meile breit und 1 Meile dick ist, ist eine Cubicmeile groß. Würde die ganze Erde in so viel so große Würfel zerschnitten, als möglich, so würden über 2662 Millionen solcher Würfel oder Cubicmeilen entstehen.

Welch' eine Größe! und doch ist das noch eine Kleinigkeit gegen die Größe der Sonne; denn 112 Erdkugeln in gerader Linie dicht an einander geben erst die Länge des Sonnendurchmessers und 1 Million und 400,000 solcher Kugeln, wie die Erde groß ist, könnten aus der Sonne geschnitten werden. Welch' ungeheure Größe muß die Sonne

haben! und doch erscheint sie uns nur so klein, wie ein großer Teller. Wie ist das möglich? — Vor Beantwortung dieser Frage erst dies: daß aus unserer Erde ungefähr 50 Kugeln, jede wie der Mond an Größe, geschnitten werden könnten. Wie vielmal ist also der Mond kleiner als die Sonne? Dies werde bis zur nächsten Stunde berechnet, und heute die Frage: Woher denn der Mond doch beinahe so groß scheint, wie die Sonne? — Hier müssen wir uns erst die Entfernung der Erde vom Monde und die von der Sonne vorstellen, und beide mit einander vergleichen. Wegen der länglichen Bahnen, welche Erde und Mond in ihren Bewegungen machen, sind Mond und Sonne uns nicht allezeit gleich nahe. Wir nehmen daher die mittelsten Entfernungen beider, und da würden wir, wenn wir täglich 6 Meilen reis'ten, über 20 Jahre nöthig haben, ehe wir nach dem Monde kämen; wozu eine Kanonenkugel 22 —24 Tage brauchte — denn der Mond ist 51,000 Meilen von uns entfernt.

Was ist aber dies gegen die Entfernung der Sonne? Denkt, wenn eine Kanonenkugel (wie geschwind fliegt die doch nicht! — jeden Pulsschlag oder jede Secunde 600 Fuß —) hier aus der Kanone geschossen würde, und sie flöge Tag und Nacht, und immer fort mit gleicher Geschwindigkeit: so würde sie 25 Jahre nöthig haben, ehe sie nach der Sonne käme; denn die Sonne ist 21 Millionen Meilen von uns entfernt, das ist so weit, daß man mehr als 12,000 Erdkugeln, jede fast 1720 Meilen im Durchmesser, von hier aus über einander legen könnte, ehe man an die Sonne reichte. — Wie viele solche Erdkugeln würden schon den Mond erreichen? Wie viele Mondsentfernungen (diese in ganzen Zahlen angegeben) enthält demnach die Entfernung der Sonne? —

Nun ist es doch in etwas uns begreiflich, wie die Sonne so groß sein kann, obwohl sie nur so klein uns scheint. Ihre ungeheure Entfernung macht das.

Doch immer noch zu berechnen von den Menschen ist die Sonnenentfernung von der Erde. Aber wie wenige Sterne giebt es, deren Entfernung der Mensch mit Sicherheit berechnen kann? — Von den Fixsternen ist fast keiner der Art als die Sonne. Und doch ist von den unzählbar vielen immer der eine ungeheuer viel weiter weg als der andere. Wo, o Gott, ist denn das Ende deiner Schöpfung? — Du, Unendlicher, nur weißt es, ob? und wo? Kein Auge eines Erschaffenen reicht bis an die Grenze deines Werks! Dich bet' ich an, du ewig Unerreichbarer, du!

Zweite Stufe,

auf welcher zum Theil neue Naturgegenstände beachtet, zum Theil auch schon vorgekommene Erklärungen tiefer begründet werden.

A.

Einleitung, welche Resultat des auf der ersten Stufe Gelernten ist.

§. 36.

Naturerscheinungen. Naturlehre. Erklärung der Naturerscheinungen. Hypothesen.

Was ist es denn, was wir in diesen Stunden bisher gelernt haben? Giebt es nicht ein einziges Wort, wodurch das alles bezeichnet wird? — Das wollen wir nun untersuchen.

Wir lernten zuerst, was wir unter Körper verstehen, was noch? — Alle vorhandenen Körper zusammen nennt man wohl die Natur. Also haben wir etwas von der Natur kennen gelernt. Was aber davon? —

Wir lernten unter andern, daß, wenn da, wo z. B. ein Stein läge, ein anderer liegen solle, jener erst weggedrängt werden müsse, und daß das von der Undurchdringlichkeit der Körper (s. §. 1.) herrühre. Deßungeachtet bemerkten wir auch, daß in das Löschpapier (also in die Stelle des Löschpapiers) sich Dinte hineindränge. Davon aber sei die Ursache, daß jeder Körper Zwischenräume habe (s. §. 2.)

Die Veränderungen, die wir so vermittelst unserer Sinne wahrnehmen (wie, daß Dinte ins Löschpapier dringt —) nennt man schlechtweg Erscheinungen. So

sind Thau, Wetterleuchten ꝛc. Erscheinungen. In sofern solche Erscheinungen Gegenstände der Natur betreffen, heißen sie Naturerscheinungen, auch wohl (besonders wenn sie aus mehrfach wirkenden Kräften entstehen oder doch selten erfolgen) Naturbegebenheiten.

Wir haben also bisher Natur-Erscheinungen und Begebenheiten kennen gelernt.

Indem wir zugleich untersuchten, woher es käme, daß ungeachtet der Undurchdringlichkeit der Körper in die Stelle des Löschpapiers zugleich Dinte hinein dringen könnte: so suchten wir die Ursache dieser Erscheinung auf. Die Frage: Woher kommt es? Wie geht es zu? suchten wir auch zu beantworten bei dem Thau, Regen, Schnee, Wetterleuchten— kurz bei jeder vorkommenden Naturerscheinung.

So haben wir also nicht bloß Natur-Erscheinungen und Begebenheiten, sondern auch die Ursachen derselben kennen zu lernen gesucht. Jede Wirkung (und jede Naturerscheinung ist ja eine Wirkung) setzt eine wirkende Ursache oder Kraft voraus. Wenn also der Lernbegierige Naturerscheinungen aufsucht, so sucht er auch die Kräfte zu entdecken, welche bei jenen vorausgesetzt werden.

Die Ursachen des Thaues z. B. sind: bereits in der Luft befindliche oder erst aufsteigende Dünste, und Verdichtung derselben am Abend oder in der Nacht (s. §. 17.). Die Ursache dieser Verdichtung liegt wieder darin, daß Kälte die Körper (also auch die Dünste) verdichtet. Dies ist Gesetz der Natur (Naturgesetz), welches nämlich? Dieses Naturgesetz mußten wir auch kennen oder erst kennen lernen.

Die Dünste selbst aber entstehen (s. §. 16.) aus Wasser, welches sich in sehr feine Theilchen auflöset, die unserm Auge oft nicht sichtbar sind. Das lernten wir auch; aber zu dem Ende ebenfalls das Naturgesetz: Wärme löset das Wasser in Dünste auf, die in der Luft aufsteigen. Nicht aber allein dieses, auch das Naturgesetz war uns zu kennen

wichtig: Nur was an sich leichter ist, als die Luft, kann in derselben aufsteigen. Die Dünste sind also wohl leichter, als die Luft.

So wie hier, folgen die Naturerscheinungen immer nach gewissen in der Natur vorhandenen Gesetzen.

Mit den näher liegenden Ursachen und Kräften lernten wir also zugleich die Gesetze kennen, wonach jene bei Hervorbringung der Naturerscheinungen wirken. Indem wir dies alles kennen zu lernen suchen, so lernen wir Naturlehre. Das ist der Name für das Ganze, und der bezeichnet also die Lehre von den Naturgesetzen, Naturkräften und Ursachen, wonach die in der Natur und an deren Körpern entstehenden Erscheinungen und Begebenheiten erfolgen.

Indem ich die Frage beantworte: Wie entsteht der Schnee? so gehe ich im Grunde von dem Naturgesetz aus: daß Kälte die Körper (mithin auch die Nebeltheile, woraus die Wolken bestehen) zusammenzieht, und zeige dann weiter, wie die Erscheinung des Schneiens, der Schneeflocken, — mit diesem Gesetz zusammenhängt. Wenn ich das gethan, so habe ich, wie man das nennt, diese Naturerscheinung erklärt. Das ist gerade das Geschäft der Naturlehre, die Naturerscheinungen, so viel es dem beschränkten menschlichen Verstande möglich ist, zu erklären d. h. also: zu bestimmen, in welchem Zusammenhange sie mit den in der Natur vorhandenen Gesetzen stehen.

Wie sind wir denn zur Kenntniß des Naturgesetzes: „Kälte zieht die Körper zusammen," gekommen? — Die Menschen merkten, daß ein Körper in der Kälte einen kleinern, und in der Wärme einen größern Raum einnahm, und gaben darauf Acht, wie es mit andern Körpern in der Kälte und Wärme ging. Sie fanden denn, daß es damit nicht anders ging, doch mit dem Unterschied, daß einige Körper in der Kälte mehr, andere weniger, und noch andere kaum merklich kleiner wurden. Das war ihnen

denn ein hinreichender Grund zu jener Behauptung: „Kälte zieht zusammen.“ Dahin kamen sie also durch Beobachtung. Durch Beobachtung lernten sie die Beschaffenheit des Thaus, des Nebels, des Regens u. s. w. kennen, und machten den Schluß auf die Naturkräfte und Gesetze, wonach sie erfolgen.

Thau, Nebel u. s. w. sind Erscheinungen die ohne unser Zuthun entstehen, und wir dürfen nur recht darauf merken, wie sie uns erscheinen und unter welchen Umständen sie sich zeigen, um auf die Naturkräfte und Gesetze zu schließen, wonach solche Erscheinungen erfolgen.

Um zu der Ueberzeugung zu gelangen, daß der Blitz ein großer electrischer Funke sei, war es erforderlich, daß man erst möglichst mit der Natur der Electricität und der electrischen Erscheinungen bekannt wurde. Hier mußte man erst dazu geeignete Körper als Glas u. s. w. reiben, und damit dann leitende Körper in die erforderliche Verbindung bringen.

Das ist oft erforderlich, um Erscheinungen, welche Körper zeigen können, kennen zu lernen und zu erklären, daß man Körper in solchen Zustand versetzt, wo sie gewisse Erscheinungen zeigen müssen — daß man absichtlich Erscheinungen an Körpern veranlaßt. Dieses nennt man Versuche anstellen (Experimente machen.) Beobachten muß man hier aber auch.

Wir unterscheiden demnach ein Beobachten der Naturerscheinungen, wie sie von selbst erfolgen, und solcher, welche durch Versuche oder Experimente hervorgebracht werden.

Wenn es beim Unterricht in der Naturlehre vornehmlich darauf abgesehen ist, durch Versuche mit den Naturerscheinungen und den Gesetzen, wonach sie erfolgen, bekannt zu machen, so heißt diese Wissenschaft Experimentalphysik.

Für diesen Zweck hat man wieder verschiedene Werkzeuge (mehr oder weniger künstlich) nöthig, z. B. Electrisir-

maschine, Luftpumpe, Ferngläser, Hohlspiegel u. s. w. Eine Sammlung solcher Werkzeuge nennt man einen physikalischen Apparat.

Wie etwa Regen, Thau — entsteht, das können wir allenfalls mit Sicherheit angeben. So ist es aber z. B. nicht mit der Entstehung des Hagels (§. 25. 3). Deßwegen begnügen wir uns hier mit einer Erklärung aus Gründen der Möglichkeit, höchstens — der Wahrscheinlichkeit, ohne jedoch sagen zu können: So ist es wirklich. Mit solchen Erklärungen müssen wir uns bei vielen andern Erscheinungen auch begnügen, und man nennt sie dann bloße hypothetische Erklärungen oder Hypothesen. Da zeigt man, daß es so zugehen kann, nicht aber, daß es so zugeht und nicht anders.

Indem ich den Zusammenhang des Schneiens mit dem Naturgesetz: Kälte zieht die Körper zusammen, zeige: bleibt mir noch die Frage: Woher entstehen die Wolken? — Zeige ich, wie diese Erscheinung zusammenhängt mit demselben Gesetz: so frage ich ferner: Woher denn die Dünste? Woher das Aufsteigen derselben? — Bis dahin geht es immer noch mit der Beantwortung. Aber auch weiter noch? Wohl ist es ziemlich augenscheinlich, daß Wärme es bewirkt, daß so feine Theilchen sich vom Wasser losreißen, welche unserm Auge unsichtbar sind; aber das Wie? hier: wie Wärme dies kann? das sehen wir nicht ein. Da wirkt eine auflösende Kraft, welche Gott in die Wärme gelegt hat, und worüber wir nichts weiter sagen können, als: Gott, der Unbegreifliche, wirkt hier uns unbegreiflich.

Das ist das Endurtheil, und auf eben dasselbe kommen wir leicht bei jeder Naturerscheinung, sobald wir mit unserer Untersuchung der Erscheinung zuerst zu der nächsten, dann zu der da angrenzenden und so fort zu der letzten uns bemerkbaren Ursache fortgehen. Zuletzt bleibt uns nur Gott, der da wirket alles in allem. Aber was nützt denn solches Untersuchen, wenn wir mit der Sache doch nie ganz aufs

Reine kommen? Diese Frage in folgender Stunde, indem wir dann sprechen:

§. 37.

Von dem Nutzen des Unterrichts in der Naturlehre.

Indem wir mit unserer Untersuchung der in der Natur wirkenden Ursachen und Kräfte ans Ende kommen, ist uns kein Gedanke näher, als der an Gott, den Urquell der ganzen Natur, und aller Kräfte und Ursachen. Ist die Natur, sind die da wirkenden Kräfte so groß: wie uns unbegreiflich groß und mächtig muß der Schöpfer derselben sein! so denken wir dann leicht.

Zerstörend wirkt wohl zuweilen die Kraft des Blitzes, aber wir kennen auch wenigstens einen Theil von dessen Segnungen, die den Nachtheil weit, sehr weit übertreffen (§. 27.). Wiederhole sie! Sehr gefährlich ist das Feuer allerdings, aber wer kennt nicht auch (§. 21.) die Wohlthätigkeit und Unentbehrlichkeit desselben? Wird damit jene Gefahr verglichen, so fällt diese von selbst fast gänzlich weg.

Daß das Schädliche in der Welt diesen Namen kaum verdient, wenn man den Nutzen desselben nur kennt, das findet der, der die Erscheinungen und Kräfte der Natur untersucht, fast überall, und wo es ihm anders scheint, da liegt es sicher nur an seiner Kurzsichtigkeit, an der Eingeschränktheit seines Verstandes. Bei aller scheinbaren Unordnung in der Natur herrscht doch die größte Ordnung, — findet er —; nur die tiefste Weisheit konnte solche Ordnung schaffen, und kann sie erhalten. Wo es in Gottes Natur (wie beim Blitz) Zerstörung droht, da wirkt es im Ganzen genommen nur Segen und Wohlthat. Gewiß unnennbar gütig ist der Herr. Zu solcher Einsicht verhilft uns der Unterricht in der Naturlehre.

So werden wir also aufmerksam durch die Naturlehre nicht nur auf Gottes Größe und Macht, sondern auch auf seine uns unerforschliche Weisheit und unaus-

sprechliche Güte. Je mehr aber wir darauf aufmerksam werden, desto vollkommner wird unsere Erkenntniß Gottes. Aus richtiger Erkenntniß Gottes entstehen die Gesinnungen der Ehrfurcht, der Liebe und des Vertrauens, kurz: fromme Gesinnungen gegen Gott. Also nützt uns der Unterricht in der Naturlehre

1. zur Vervollkommnung unserer Gotteserkenntniß, und zur Bildung frommer, religiöser Gesinnungen.

Fragen wir uns: wie viel von dem Ganzen, was die von Gott erschaffne Natur ausmacht, uns denn bekannt ist? so müssen wir gestehen: nur ein so kleiner Theil davon, daß es nicht des Nennens werth ist. Ist doch die ganze Erde nur ein Pünktlein des Ganzen, und wie wenig ist es, was wir auch davon nur erkennen! Von dem Innern derselben gar nichts und von dem Aeußern (der Schale) ja bei weitem nicht alles.

Einige Kräfte, welche die von uns bemerkten Erscheinungen und Begebenheiten bewirken, entdecken wir allerdings, aber lange nicht alle, und von denen, die wir entdecken, sind es noch die wenigsten, von welchen wir die Art und Weise, wie sie wirken, einigermaßen anzugeben im Stande sind.

So lernen wir in der Naturlehre wohl nichts so sehr fühlen und erkennen, als wie unvollkommen unser Wissen, wie sehr es Stückwerk ist und bleibt für das ganze gegenwärtige Leben. Das bewahrt vor Stolz und Eigendünkel, und macht demüthig und bescheiden. Also Gewinn dieses Unterrichts ist:

2. daß er uns vor Eigendünkel bewahrt und zur Demuth und Bescheidenheit uns leitet.

So muß denn wohl dieser Unterricht unsern Muth, weiter zu dringen in der Erkenntniß, gänzlich niederschlagen? Was hilft ja doch dieses Streben, da es immer nur eine Kleinigkeit bleibt, was wir erforschen und erkennen? —

Ja, im Vergleich mit dem erkennbaren Ganzen allerdings nur eine Kleinigkeit; ist es das aber an und für sich, und für den Menschen selbst und für die Menschheit, auch nur? — Dies ist die Frage, die wir beantworten wollen, und fällt diese Antwort günstig aus, so ergeben sich daraus zugleich noch fernere Vortheile des Unterrichts in der Naturlehre.

Wir wollen einmal zu übersehen suchen, was wir nun schon aus der Naturlehre kennen gelernt haben (es werde dem Schüler von dem ganzen beendigten Cursus eine Uebersicht vor die Seele geführt). Gewiß möchten wir das schon nicht gern entbehren, und doch ist es nur ein kleiner Theil dessen, was der Mensch aus diesem Zweige des menschlichen Wissens lernen kann. Auch wir wollen in diesem Stücke unser Wissen noch zu erweitern und zu vervollkommnen suchen.

So ist also das in der Naturlehre für uns Erkennbare an und für sich wohl keine Kleinigkeit.

Ob aber auch sonst noch? — Für den lernenden Menschen (den Schüler) selbst doch wohl auch nicht, und zwar schon deßwegen nicht, weil es (s. vorher) seine Gotteserkenntniß erhöht und religiöse Gesinnungen in ihm weckt.

Unsere Vorältern hielten Kometen, wenn diese sich zeigten, zum Theil für Verboten großer Unglücksfälle. Seitdem die Menschen aber entdeckt haben, daß sie, wie andere Weltkörper, ihren regelmäßigen Lauf haben, — und von einigen gar berechnet, wann sie wiederkehren —, fürchtet man ihre Erscheinung nicht mehr. Auch manche andere seltene Erscheinungen in der Natur (z. B. die Nordlichter, Irrlichter u. a.) erregten in den Menschen abergläubische Furcht, die aber nicht entstanden wäre, wenn sie mehr mit der Naturlehre bekannt gewesen sein würden.

Um die Ursachen der in der Natur sich zeigenden Erscheinungen aufzusuchen, dazu müssen wir unsern Verstand gebrauchen (wir müssen schließen von den Wirkungen auf

die nächsten, von diesen wieder auf die frühern Ursachen und so zurück auf die uns erkennbaren Grundkräfte der Natur). Das muß nothwendig unsern Verstand üben und weiter ausbilden. Zwischen Ursache und Wirkung findet in der Natur der genaueste Zusammenhang Statt. Diesen überall, so weit wir können, aufzusuchen, das muß nothwendig unsern Verstand an ein regelmäßiges Denken gewöhnen.

Also Bildung des Verstandes ist auch ein Gewinn dieses Unterrichts. Nehmen wir dies und das vorher Bemerkte zusammen, so folgt

3. daß der Unterricht in der Naturlehre die Menschen vor abergläubischer Furcht bewahrt und die Bildung ihres Verstandes befördern hilft.

Ferdinand und Herrmann gingen an einem Winterabend draußen, als gerade ein Nordlicht zu sehen war. Ferdinand hatte nie Unterricht in der Naturlehre gehabt, und erfuhr erst von Herrmann, der besser unterrichtet war, was das für eine Erscheinung sei. F. fühlte anfangs Furcht, welche sich freilich verlor, als ihm H. aus einander setzte, daß diese Erscheinung durchaus nichts Böses zu bedeuten hätte. Aber die Freude, welche H. bei diesem herrlichen Anblick empfand, und darüber, daß er sich und seinem Freunde sagen konnte, wie man die Erscheinung zu erklären pflegte, und — wenn er dachte, wie nützlich dem des Tageslichts ermangelnden Nordbewohner sie sei — diese Freude entbehrte F. gänzlich.

So wie Herrmann hier, so gehts dem Unterrichteten auch bei dem Anblick anderer Naturschauspiele und Erscheinungen, als: des Regenbogens, des Gewitters, des Wetterleuchtens, der Schneeflocken, der mit Rauhreif behängten Bäume ꝛc.; er empfindet wahre Geistesfreude, nicht etwa bloß des herrlichen Anblicks wegen, sondern vornehmlich auch, weil er fähig ist, mit vernünftigem Nachdenken dabei

zu verweilen. Diese Freude entbehrt der Nichtunterrichtete. Furcht nimmt bei diesem oft die Stelle der Freude ein.

Und — möchtet ihr, daß ich aufhörte, euch zu zeigen, wie man sich das, was ihr täglich in den euch umgebenden Werken der Schöpfung bemerkt, aus den Gesetzen und Kräften der Natur zu erklären pflegt? — Ich will euch z. B. noch zeigen, wie es zugeht mit der Auflösung des hellen Sonnenlichts in die verschiedenen schönen Farben, woraus der Regenbogen besteht. Wollt ihr lieber, daß ich das nicht thue? — Wollt ihr lieber nicht lernen, wie es mit dem sogenannten Stein=, Schwefel=, Blut=, Mehl= und Milch=regen zusammenhängt? — Wollt ihr dies und so manches andere nicht lernen? Nun, da ihr das lieber lernt, als nicht lernt, so muß euch der Unterricht in der Naturlehre an sich schon Vergnügen machen.

Es ist also dieser Unterricht auch um deßwillen schon nicht für eine Kleinigkeit, sondern für wirklichen Gewinn zu achten, und zwar

4. weil derselbe und weil die Kenntniß der Naturlehre dem Menschen so manche wahre Geistesfreude gewährt.

Alles richtet sich in der Natur genau nach den von Gott in dieselbe gelegten Gesetzen. Ob das gut ist? — Hörten einmal die Theile der Erde auf, sich nach dem Gesetz der Schwere (worin besteht dieses Gesetz?) zu richten, so würden sie sich von der Erde losreißen und in die weite Welt hineinfliegen. So ginge es allem, was zur Erde gehört. Menschen und Thiere auch würden durch nichts an derselben festgehalten werden können. Der ganze Erdkörper würde sich auflösen und somit aufhören zu sein (§. 6.). Solche Unordnung würde erfolgen bei Abweichung von dem einzigen Naturgesetze der Schwere; ähnliche Unordnung gewiß auch bei Verletzung der übrigen Gesetze der Natur.

Nicht aber bloß die Veränderungen in der Körper=

welt hat Gott gewissen unabänderlichen Gesetzen unterworfen, auch unsere geistige Natur steht unter einem Gesetze, das ewig dauert, unter dem Sittengesetz. Die Natur richtet sich unabweichlich nach ihrem Gesetz. Ohne dieses entstünde Unordnung und Zerstörung. Wir sollen auch nicht weichen vom uns gegebenen Gesetz; sonst würden wir uns selbst und andere an Erreichung unserer Bestimmung zum Vollkommnerwerden an Weisheit, Tugend und Seligkeit hindern, und so auch in und außer uns Unordnung und Zerstörung anrichten.

Oder so:

Alles in der Natur (das sehen wir aus der Naturlehre) richtet sich unabänderlich nach den Gesetzen der Natur, und ich, Mensch, der vorzüglichste mir bekannte Gegenstand der Werke Gottes, sollte weichen vom mir gegebenen Gesetz?

Bedenken wir dies, so können wir sagen: die Kenntniß der Naturlehre ist uns wichtig: denn

5. sie fordert uns dringend auf zur strengen Befolgung des Sittengesetzes, oder (welches einerlei ist) des uns durch Offenbarung und Gewissen bekannten göttlichen Gesetzes.

Außer dem, was im Vorhergehenden schon liegt, verdankt noch sonst die Menschheit im Ganzen der Naturlehre sehr vieles. Davon hier nur etwas. Ohne Kenntniß der Natur des Blitzes, wäre es Benjamin Franklin unmöglich gewesen, das Mittel aufzufinden, wodurch die Schädlichkeit desselben verhindert wird — den Blitzableiter. Dieser ist eine nützliche Erfindung.

Ohne die Natur und Eigenheiten des Magnets zu kennen, kennten die Menschen auch den den Seefahrenden so unentbehrlichen Compaß nicht. Der ist auch eine nützliche Erfindung.

Ohne die Kenntniß der schädlichen Luftarten wüßten wir auch nicht, uns vor ihrer Schädlichkeit zu bewahren und gegen die Gefahren derselben zu schützen.

Ohne Kenntniß der Natur des Feuers kennten wir auch manche Sicherungsmittel gegen die Gefahren deſſelben nicht.

So giebt es der nützlichen Erfindungen und der Sicherungsmittel gegen Gefahren viele, die wir der Naturlehre verdanken. Das iſt Gewinn für die Menſchheit, und auch Nutzen der Naturlehre:

6. Wir verdanken dieſer viele nützliche Erfindungen und Sicherungsmittel gegen Gefahren.

(Wiederholung.)

So ſegne denn Gott unſer Umſehen in ſeinen Werken zu den angeführten und andern wohlthätigen Zwecken für uns und für die Menſchheit!

B.

Erweiterte und tiefer begründete Darſtellung der Naturlehre im Ganzen.

§. 38.

Ausdehnung, Geſtalt, Poroſität, Zuſammendrückbarkeit und Ausdehnbarkeit der Körper.

Was iſt Undurchdringlichkeit (Impenetrabilität) der Körper? (§. 1.)

Wenn wir den Tiſch aus der Stelle drängen wollen, ſo geht das nicht, ohne daß wir Kraft genug dazu anwenden. Der Tiſch leiſtet einen Widerſtand. — Wer mit der Hand durch Waſſer fährt, ſchiebt das Waſſer zur Seite, und er fühlt einen Widerſtand. Bei einer ſchnellen Bewegung durch die Luft findet man es eben ſo. Das iſt Folge der Undurchdringlichkeit der Körper, daß ein Widerſtand derſelben überwunden werden muß, ehe andere Körper in deren Stelle kommen können.

Wenn ich mich in den Finger schneide, so ist das Widerstand des Fingers gegen das Messer und des Messers gegen den Finger —, beides Folge der Undurchdringlichkeit. Warum können wir ähnlich es uns denken, wenn ein Stäubchen mir ins Auge fliegt und da Schmerzen erregt? — wenn ein Blumenstäubchen auf unsere Geruchsnerven wirkt? Vielleicht auch so, wenn durch das Licht, welches ein Gegenstand mir ins Auge wirft, ich die Empfindung des Sehens bekomme — wie nämlich? —

Da in dem Raum, wo ein Körper ist, nicht zugleich ein anderer sein kann: so muß der Körper den Raum ausfüllen, einnehmen. Dieser hölzerne Würfel nimmt einen Raum, so groß wie er selbst ist, ein. So ist es mit jedem Körper. Daher sagt man: jeder Körper hat eine Ausdehnung — er nimmt einen gewissen Raum oder Platz ein.

Kein Theil des Würfels ist da, wo ein anderer Theil ist; jeder Theil nimmt eine von den andern Theilen verschiedene Stelle im Raum ein. Daher erstreckt sich die Ausdehnung dieses Würfels erstens von da bis dahin — nach der Länge —, dann von da bis dahin — nach der Breite — und außerdem noch von da bis dahin — nach der Höhe. — So ist jeder Körper und jeder Raum, den ein Körper einnehmen kann; er ist ausgedehnt nach der Länge, Breite (Dicke) und Höhe (Tiefe).

Länge Breite und Dicke hat auch das kleinste Stäubchen, dessen Dasein nicht einmal durch die besten Vergrößerungsgläser unserem Gesichte wahrnehmbar wird, z. B. der Duft der Blumen —.

Was den Raum dieses Würfels ausfüllt, das ist Holz. Das könnte auch Horn, Stein, Eisen — sein. Das nun, was den Raum ausfüllt, in demselben befindlich ist (hier Holz) heißt die Materie oder der Stoff des Körpers. Diese Materie kann von kleinerer und größerer Menge sein. Diese Menge heißt die Masse.

Der Raum dieses Würfels fängt da an, und hört da

auf, da, und da. — Wo ein Raum anfängt und aufhört, da sind seine Grenzen. Die Grenzen des Würfels bestehen aus 6 mit einander verbundenen, gleichen, viereckigten Flächen (Quadraten). Sie könnten auch anders sein; sieh nur dies Lineal, den Stuhl, die Kugel u. s. w., da sind die Grenzen von anderer Art. Je nachdem die Grenzen eines Körpers (also auch eines Raumes) verschieden sind, danach hat derselbe auch eine verschiedene Gestalt oder Figur. Dieses Dintenfaß (es ist eckig) hat eine andere Gestalt, als jenes, welches rund ist. Es sind Dintenfässer verschieden begrenzt. Finde einmal zwei Körper in dieser Stube von völlig gleicher Gestalt! — Das kannst du nicht. So soll es in der ganzen Natur keine zwei Körper geben, deren Gestalt nicht in irgend etwas verschieden wäre.

Ohne daß ein Körper Widerstand (irgend einem Sinneswerkzeuge: den Nerven des Gesichts, Gefühls ꝛc.) leistete, würde er nicht sinnlich wahrgenommen werden können, und wäre also kein Körper. — Ohne Ausdehnung (ohne irgend einen Raum einzunehmen) könnte er nicht Widerstand leisten, wenn etwas ihn aus der Stelle verdrängen will (nicht undringlich sein), und er wäre kein Körper. — Soll ein Körper Sinneneindruck machen (wahrnehmbar sein), so muß er das (so weit wir es uns denken können) in irgend einer Gestalt oder Figur, und er wäre sonach auch ohne diese Eigenschaft kein Körper. — Demnach scheinen die Eigenschaften: Undurchdringlichkeit, Ausdehnung und Gestalt — keinem Körper fehlen zu dürfen, und wir rechnen sie daher nicht allein zu den allgemeinen, sondern auch zu den nothwendigen Eigenschaften der Körper. — Ob dieses auch mit den übrigen, ebenfalls allgemeinen, Eigenschaften (z. B. der Theilbarkeit, Beweglichkeit ꝛc.) der Fall ist — ? —

Was heißt: ein Körper hat Zwischenräume? (§. 2.) — Zwischenräume heißen auch Poren. Daher ist Porosi-

tät die Eigenschaft der Körper, nach welcher sie Zwischenräume haben.

Ob nun die Zwischenräume auch leere Räume sind? Wenn ich ein Stück weißen Hutzucker in heißes Wasser werfe, so steigen von dem Zucker aus Blasen in die Höhe. Das sind Luftblasen. Also muß wohl Luft in den Zwischenräumen des Zuckers gewesen sein, und so waren diese nicht leer. In den Zwischenräumen des Schwammes kann auch Wasser sein. So könnten auch sonstige flüssige Materien in den Zwischenräumen der Körper sein.

Demnach verstände man unter Zwischenräumen die Stellen des Körpers, die wenigstens nicht mit der dem Körper eigenthümlichen Materie angefüllt sind.

Wenn denn nun etwa Luft in den Zwischenräumen der Körper sich befindet, so ist doch diese selbst auch eine Materie (Körper), die wieder Zwischenräume hat. Ist in diesen eine noch feinere Materie, so hat die auch wieder Zwischenräume — Wo ist nun das Ende? — Wenn das nicht ins Unendliche fortgehen soll, so scheint es, als wenn man zuletzt doch völlig leere Räume (mag auch noch so klein) annehmen muß.

Ich denke mir ein Stück Schwamm und ein Stück Apfelbaumholz, beide von gleicher Größe, weßwegen auch beide einen gleichen Raum einnehmen. Doch ist die Masse des Holzes hier größer, als die des Schwammes. Wie geht das zu? — Das Holz hat kleinere Zwischenräume als der Schwamm.

So richtet sich nach der Größe der Zwischenräume eines Körpers im umgekehrten Verhältnisse die Größe der Körpermasse, die in einem gewissen Raum enthalten ist, d. i. je kleiner die Zwischenräume, desto größer die Masse.

Wie erfährt man es, wie groß die Masse ist, da man die Zwischenräume ja selten sehen und nicht zählen kann? — Wahrscheinlich ist die Masse des Goldes, was einen gewis-

sen Raum ausfüllt, größer als ein eben so großes Stück des dichtesten Holzes. Und um davon gewiß zu werden, lege man beides auf eine Waageschale. Das Gold wiegt ungefähr 19 mal so viel als dieses Holz. Gewiß ist es denn auch 19 mal so dicht oder hat 19 mal so viel Masse als das Holz, oder (was dasselbe ist) das Holz hat 19 mal so große Zwischenräume als das Gold.

Soll ein Stück des eben erwähnten Holzes so viel wiegen als ein Stück Gold, so muß es 19 mal so viel Raum einnehmen oder 19 mal so groß sein als dieses.

Ein Gläschen voll Queckſilber wiegt 14 mal so viel, als ein eben solches Gläschen voll Wasser. (Hier muß man aber die leeren Gläser für sich gewogen haben, und deren Gewicht von dem der vollen Gläser abrechnen.) Daher muß Queckſilber 14 mal so dicht, als Wasser, und z. B. 1 *U.* Wasser 14 mal so viel Raum einnehmen, als 1 *U.* Queckſilber.

Das also ist wohl Regel:

Körper von gleicher Größe sind von um so größerer Masse oder um so dichter, je mehr Gewicht sie haben, und umgekehrt.

Je größer der Raum eines Körpers von einem gewissen Gewicht, desto größer seine Zwischenräume (desto weniger dicht, oder lockerer), und umgekehrt.

Jede Oeffnung kann kleiner und auch größer werden; so auch die Zwischenräume des Körpers. Wenn ich z. B. ein Stück Schwamm zusammendrücke, so mache ich, daß es (dem Umfange nach) einen kleinern Raum einnimmt, als vorher, und merke auch, daß die Zwischenräume desselben enger geworden sind. Der Schmid kann (durch Hämmern) selbst Eisen in einen engern Raum zusammendrücken. Sicher sind in dem Falle auch die Zwischenräume des Eisens kleiner geworden. Doch ist das Zusammendrücken des Eisens nicht in dem Grade möglich, wie das beim Schwamm

Statt finden kann; theils sind die Zwischenräume des Eisens viel kleiner, als die des Schwamms, theils ist auch jenes härter. — Das ist es: Weil jeder Körper Zwischenräume hat, so läßt er sich wohl auch zusammendrücken (ist zusammendrückbar oder compressibel), aber weil nicht alle Körper gleich hart und ihre Zwischenräume nicht gleich sind, so lassen sich auch nicht alle Körper gleich sehr zusammendrücken. — Was ist daher Zusammendrückbarkeit oder Compressibilität der Körper?

Ist es denn bei jeder Art eines Körpers versucht worden, ob er sich zusammendrücken läßt? Man versuche es bei einem Diamanten — man wird ihn in keinen engern Raum einzwingen können. Das kommt, weil man keine hinreichende Kraft dazu aufbringen kann. Auch kann man ihm nicht eine solche Unterlage geben, die nicht eher dem Druck nachgeben sollte als er. Hat er übrigens Zwischenräume, so muß er doch zusammengedrückt werden können. Also das wird vorausgesetzt: Soll ein Körper zusammengedrückt werden, so muß es durch hinreichende Kraft geschehen.

Daß auch Kälte den Einfluß auf Körper hat, daß diese einen kleinern Raum einnehmen, haben wir schon gelernt (s. §. 14.). In diesem Falle sagen wir: die Körper sind zusammengezogen, nicht: zusammengedrückt.

Die zusammendrückende Kraft wirkt von Außen auf die Körper; die zusammenziehende von Innen.

Die Zwischenräume eines Körpers können auch erweitert werden, und ist das geschehen, so nimmt der Körper, sofern er von seiner Masse nicht verliert, dem Umfange nach einen größern Raum ein. Ein Stück Schwamm wird größer, wenn es ins Wasser gelegt wird. Das Wasser dringt in die Zwischenräume des Schwamms, und so werden diese erweitert. Auch läßt es sich weiter aus einander ziehen. Auch etwas anderes, Luft etwa, könnte in die Zwischenräume eines Körpers so stark eindringen, daß dieser darauf

einen größern Raum einnähme. Besonders hat auch Wärme solchen Einfluß auf Körper — welchen Einfluß? — Wird nun durch irgend eine Kraft bewirkt, daß die Zwischenräume eines Körpers erweitert werden, so daß dieser darauf einen größern Raum einnimmt, so sagt man: der Körper ist ausgedehnt. — Wo Zusammendrückbarkeit, da ist auch Ausdehnbarkeit zu vermuthen.

In welchen dieser Fälle wirkt die ausdehnende Kraft von Innen? — in welchen von Außen? —

So sind demnach die Körper zusammendrückbar (was heißt das?) und (wenigstens einige) auch ausdehnbar (was soll das sagen?). Worin kommt Zusammendrücken mit Zusammenziehen der Körper überein? Worin aber ist beides verschieden?

§. 39.

Cohäsion. Adhäsion. Attraction. Gravitation.

Was ist noch Cohäsion? (§. 3.)

Es muß eine gewisse Kraft angenommen werden, welche die Theile des Körpers aneinander zieht und festhält. Das ist die Cohäsionskraft. Anziehungskraft ist das auf jeden Fall. Ein Theil zieht den andern, und dieser andere den einen an. Die Anziehung ist also gegenseitig. Wollen wir daher Theile von einander trennen, so muß eine gewisse Kraft oder Gewalt angewandt werden — durch Brechen, Schneiden, Reißen u. s. w.; bei Holz mehr Kraft als beim Grashalm, bei Eisen mehr als bei Holz. Jedesmal finden wir etwas, was dem Versuch der Theilung widersteht (mehr und weniger). Das ist eben die Cohäsionskraft.

Wenn ich z. B. Badeschwamm zusammendrücke, so komme ich der Cohäsionskraft zu Hülfe, indem dadurch die Theile einander näher gebracht werden, als die Cohäsionskraft es allein zu bewirken im Stande war. Höre ich auf zu drücken, so dehnt sich der Schwamm wieder aus. — Es muß also hier eine Kraft sein, die der Cohäsionskraft ent-

gegen wirkt. Es haben ja auch alle Körpertheile eine gewisse (größere oder geringere) Entfernung von einander, die Körper haben ja Zwischenräume. Das könnten sie wohl nicht haben, wenn die Cohäsionskraft allein wirkte. Es giebt daher wohl auch in jedem Körper eine gewisse Kraft, die die Theile desselben aus einander drängt. Abstoßungskraft (Repulsionskraft) könnte man sie nennen. Im Schwamm z. B. ist diese größer im Verhältniß zur Cohäsionskraft als im Eisen. Woraus müssen wir das schließen? —

Wenn ich einen Finger ins Wasser tauche, so finde ich beim Herausziehen ihn naß; das Wasser hängt sich an den Finger, aber ebenfalls an Glas, Kupfer, Stein —. Auch andere tropfbare Flüssigkeiten hängen sich wohl an feste Körper an, als: Bier, Oel, Queckſilber —.

Die Theile eines Wassertropfens, wie des Wassers überhaupt, hängen auch unter sich zusammen, haben Cohäsion gegen einander. Da Wasser sich aber an den Finger u. s. w. ansetzt, indem es von dem übrigen Wasser sich losreißt, so zeigt es sich mehr anhänglich gegen feste Körper, als unter sich — es wird vom festen Körper stärker angezogen. Doch muß es erst den festen Körper (Finger) berühren. Die Erscheinung, daß flüssige Körper sich bei Berührung an feste Körper ansetzen, nennt man Adhäsion (Anhängung) der Körper unter einander. Das ist eine Folge davon, daß solche flüssige und feste Körper sich stärker anziehen, als die Theile von jenen unter sich zusammenhängen. Wenn ein einfaches Brett auf dem Wasser schwimmt, und so wie es liegt, gerade in die Höhe gezogen werden soll, so ist das viel schwerer, als wenn es das Wasser nicht berührt. Woher das? Ist es nicht ein ähnlicher Fall, daß, um einen Waagebalken, der die Oberfläche des Wassers berührt, zu heben, ein größeres Gewicht nöthig ist, als wenn er nicht an das Wasser kommt? — Wie das?

Indeß Wasser setzt sich nicht an Glas, unsere Hand — wenn diese Körper fettig oder mit feinem Staube, besonders

nicht, wenn sie mit Bärlappsaamen bedeckt sind; Queckſilber ſetzt ſich gar nicht an die Hand, an Glas, an Holz, wohl aber an die meiſten Metalle. In dem Fall, daß keine Anhängung Statt findet, iſt die Cohäſion der Flüſſigkeit größer, als die Anziehung feſter Körper gegen dieſelbe. — Wenn Waſſer alſo Körper naß macht, wovon iſt das eine Folge? — Queckſilber macht Zinn naß, zerfließt darauf — woher das? — Wo dieſes nicht der Fall iſt, da iſt mehr Abſtoßung, als Anziehung. — Wirkte, indem ſich Waſſer an die Hand hängt, bloß die Anziehung, und derſelben nichts entgegen, ſo würde gewiß daß Waſſer in die Zwiſchenräume der Haut, gar der ganzen Hand, hineingezogen werden. Das geſchieht nicht; alſo wirkt auch hier etwas entgegen — Abſtoßungskraft.

Wenn ich eine Glasplatte, ein Brettchen — mit Staub bedecke, und kehre jene oder dieſes um, ſo wird von dem Staube ein Theil herabfallen, etwas aber wird doch ſitzen (hängen) bleiben. Das iſt auch Anhängung.

Metallplatten, wenn ſie möglichſt eben ſind und feſt an einander gepreßt werden, hangen auch an einander, und um ſo ſtärker, in je mehr Punkten ſie ſich berühren; — eben ſo Glasplatten.

Auch in dieſen Fällen iſt gegenſeitige Anziehung und Anhängung, und ſo könnten wir den Begriff Adhäſion auch auf die Anhängung feſter Körper an einander erſtrecken, und man verſtände denn darunter überhaupt die Erſcheinung, nach welcher Körper an einander hängen, wenn ſie ſich unter den gehörigen Umſtänden und Vorausſetzungen berühren.

Sonach iſt Cohäſion und Adhäſion — beides — ein Zuſammenhalten durch anziehende Kraft, und zwar dieſe ein Zuſammenhalten, welches durch das Berühren verſchiedener Körper veranlaßt wird, jene dagegen das Zuſammenhalten des Körpers durch ſeine ganze Maſſe hin (d. i. der Körpertheile unter ſich).

Ferner. Unter gewissen Umständen wirken sich Cohäsion und Adhäsion einander entgegen, namentlich, wo feste Körper von flüssigen berührt werden, und dann entweder diese oder jene sich am stärksten zeigt, z. B. wenn Glas naß wird, so zeigt sich die Adhäsion des Wassers gegen das Glas stärker als die Cohäsion desselben; tauchen wir Glas in Queckſilber, so zeigt sich die Cohäsion des letztern stärker.

Jetzt will ich eine Glasscheibe ins Wasser stellen. Seht, wie das Wasser an beiden Seiten der Scheibe gleich höher steht, als weiter davon. In diesem halb gefüllten Bierglase steht das Wasser am Rande höher als in der Mitte; die Oberfläche des Wassers ist hohl.

Hier zieht Glas das Wasser gar an sich heran und in die Höhe, und hält es dann fest. Da ist also mehr als bloße Adhäsion, wobei eine Berührung vorausgesetzt wird, hier ist ein Hinziehen aus einer (freilich äußerst kleinen) Entfernung. Diese Erscheinung, die sich unter andern auch beim Queckſilber in einem zinnernen Gefäße zeigt, heißt Attraction, so wie die hinziehende Kraft Attractionskraft genannt wird.

Wasser, Milch, Bier aus einem vollen irdenen, gläsernen oder hölzernen Gefäß langsam gegossen, läuft an der Außenseite herunter, gegen die Richtung der Schwere. Es wird vom Gefäß nach dieser Richtung hingezogen. Ist das Attraction? warum? — Schnell gegossen, hat's nicht Zeit, der Ziehkraft zu folgen, und es nimmt die Richtung der Schwere. Auch wenn das Gefäß sehr stark umgebogen wird, folgt das Wasser nicht der Attraction, es soll dann zu weit von der senkrechten Richtung (der der Schwere) abweichen. Daher geben wir unsern Gefäßen auch wohl eine hervorstehende Ausgußschnauze. In wiefern kann das hier nützen? — Mit Queckſilber in zinnernen Gefäßen ist es eben so, nicht aber wenn es aus gläsernen Gefäßen gegossen wird; auch nicht, wenn Gefäße, worin Wasser, Bier u. s. w., auswendig fettig gemacht sind. Wie geht das alles zu? —

In einem Glase, dessen Wand mit Fett oder Bärlappsaamen bestrichen ist (seht hier!) zieht sich das Wasser in der Mitte höher; die Oberfläche wird gewölbt. Das Wasser zieht sich von der Wand zurück. Hier ist auch ein Hinziehen, und zwar der Wassertheile zu den Wassertheilen, und somit auch Attraction. — Mit Queckſilber in einem Glase zeigt es sich eben so.

Wenn Flüssigkeiten in möglichst kleinsten Theilen aus einem Medizinglase gegossen werden, so ziehen sich diese Theilchen gleich zu einer runden Gestalt zusammen, wie eine Kugel. Da wirkt die Attractionskraft von einem Punkt in der Mitte aus.

Nun wissen wir: Magnet zieht Eisen an, geriebenes Siegellack Papierschnittchen —. Das ist auch Anziehen aus einer Entfernung, und schon aus mehr merklicher Entfernung. Da wirkte sonach auch Attractionskraft.

Alle zur Erde gehörige Körper werden von derselben angezogen. Sind sie noch so hoch geworfen oder geschossen, so fallen sie wieder zur Erde. Die Schwere (Schwerkraft) ist es, die es macht. Diese bewirkt eben eine Anziehung aus einer sehr großen Entfernung. So ist denn die Schwerkraft auch Attractionskraft, und die Schwere Attraction.

Die Sonne zieht die Erde und alle Planeten und die Kometen um sich herum, und würde (wie man sicher ausgeforscht hat) diese alle ganz zu sich hinziehen, wenn nicht andere Kräfte das verhinderten. Die Erde zieht ja auch den Mond um sich, und ebenfalls nach sich hin. Das ist ein Ziehen aus ungeheurer Entfernung und gleichfalls Attraction. — Dieses ist denn der Name für das Anziehen der Körper unter einander in einer Entfernung, mag diese eine unmerklich kleine oder eine (wenn auch unermeßlich große) sein.

Demnach hält Adhäsions- und Cohäsionskraft Körper und Körpertheile zusammen, Attractionskraft aber bringt

sie zusammen oder strebt doch danach. Als ein Anziehen zeigt sich jede dieser Kräfte, im letztern Fall aber mehr als ein Hinziehen. Wenn aber dieses Hinziehen erfolgt (ein fallender Körper bis an die Erde gekommen) ist, so wird der Körper da festgehalten (Adhäsion), oder sind zwei Wassertropfen zusammengeflossen, so halten sie sich fest (Cohäsion). Bei Cohäsion und Adhäsion war das Anziehen ein gegenseitiges. Ist es bei der Attraction auch so? — Wenn zwei Thonkugeln, eine größere und eine kleinere, an gleich langen Fäden ziemlich nahe bei einander am Boden hängen, so hängen sie nicht ganz gerade herunter, sondern neigen sich etwas gegen einander, wenn sie nicht gar ganz zusammenkommen. Die kleinere neigt sich am meisten, aber die größere doch auch etwas. Hier ist also gegenseitige Anziehung. Je mehr aber die eine Kugel größer ist als die andere, desto weniger weicht jene von der senkrechten Richtung ab, um so mehr aber dann wieder die kleinere. Daraus scheint zu folgen, daß der Größenunterschied so groß werden kann, daß die Hinneigung der größern zur kleinern kaum oder gar nicht merklich sein wird. Damit hört es aber nicht auf, gegenseitige Anziehung zu sein.

Auch lehrt die Erfahrung, daß ein Stück Eisen sich dem Magnet nähert, wenn es kleiner ist als dieser. Ist es aber beträchtlich größer als der Magnet, so bewegt sich wohl dieser zum Eisen. — Gewitterwolken kommen einander entgegen, wie der Augenschein lehrt. — Zwei Wassertropfen, die einander nahe genug sind, fließen zusammen, von beiden Seiten her. Also — auch die Attractionskräfte wirken gegenseitig, wenn es auch von der einen Seite her nur merklich sein sollte und von der andern nicht. Es zieht sonach die Sonne die Erde, die Erde aber auch die Sonne an. Dasselbe findet Statt zwischen Mond und Erde.

Daß das Streben der Erdkörper nach dem Mittelpunkt der Erde hin, Schwere heißt, ist bekannt. Aber auch das gegenseitige Hinstreben der Sonne und der Planeten, der

Erde und des Mondes, und überhaupt der Weltkörper zu einander — wird Schwere dieser Körper gegen einander genannt. Ueberhaupt heißt die Kraft der Anziehung der Körper aus beträchtlicher Entfernung Schwerkraft oder Kraft der Gravitation. Gravitation ist die Attraction, die sich durch das Bestreben beträchtlich entfernter Körper zeigt, sich einander zu nähern. Körper gravitiren, heißt, sie haben das Bestreben (wenn auch wegen eines Hindernisses ohne Erfolg), sich einander zu nähern. Die Erde gravitirt gegen die Sonne u. s. w.

§. 40.

Weitere Beobachtung und Versuche in Bezug auf Cohäsion, Adhäsion und Attraction. — Haarröhrchen und Haarröhrchenkraft.

Die Cohäsion des Eisens ist stärker als die des Silbers, die des Silbers stärker als die des Bleies, die des Bleies stärker als die des einfachen Papierbogens, diese stärker als die des Wassers, und letztere stärker, als die der Luft, die uns umgiebt. Ja, die Luft scheint gar keine Cohäsion zu haben; was sie zusammenhält, ist wohl bloß ihre Schwere gegen die Erde und daher der Druck, den obere Luft auf untere übt. Wäre die Schwere nicht, so würde sie wahrscheinlich bis ins Unendliche hin sich ausdehnen; sie ist eine ausdehnsame Flüssigkeit. — So haben demnach ausdehnsam flüssige Körper wohl entweder gar keine oder doch die geringste Cohäsion. Dünste haben, wie es scheint, doch etwas Cohäsion; sie ziehen sich, wenn nichts sie hindert, zusammen z. B. zu Wolken —.

Wie groß die Cohäsion des einzelnen Körpers (einer Materie) ist, dieses zu bestimmen, darüber hat man verschiedene Versuche angestellt.

Beispiele solcher Versuche:

Wenn ich ein trockenes Trinkglas langsam voll Wasser gieße, so kann die Wasserfläche oben wirklich über den Rand

des Glases hervorragen, ohne daß das Wasser überläuft. Das macht die Cohäsion des Wassers, die gegen die Attraction desselben zum Glase und gegen die Schwere wirkt. So stark cohärirt (so nennt man es wohl) das Wasser doch.

Ein Wassertropfen auf dem bloßen Tisch wird platt. Attraction und Schwere machen es, wirken so viel stärker als die Cohäsion. Ist der Tisch mit Bärlappsaamen (Hexenmehl) bestreut, und der Tropfen nicht ganz klein, so rollt er wohl etwas dahin, aber er ist doch noch merklich platt, wenn gleich weniger. Die Attraction ist von der Cohäsion überwunden, nur die Schwere nicht. Ist der Tropfen sehr klein, so rollt er fast kugelrund dahin. Hier ist auch die Schwere beinahe überwunden. — Queckſilbertropfen, größer als der kleine Wassertropfen auf Glas, Holz — bleiben aus demselben Grunde ungefähr kugelrund; auf Zinn aber werden sie platt, zerfließen gar. — Also — Wasser und Queckſilber tropfbare (Flüſſigkeiten) zeigen Cohäsion, aber nur im geringen (wenn gleich verschiedenen) Grade.

Dieses zeigt sich auch im Folgenden: Wenn man von dem Wasser in einem Glase etwas zwischen die Finger faßt, und es heraus zu ziehen sucht, so folgt von dem übrigen Wasser nichts nach. So geht es mit Oel und andern Flüſſigkeiten auch. — Was wirkt hier der Cohäsion entgegen? — Aber wenn ich einen Papierbogen an einem Ende anfasse und aufhebe, so folgt der ganze Bogen, wenn gleich die Schwere den übrigen Theil zurückhält und macht, daß er herunterhängt. — Da ist mehr Cohäsion. — Fasse ich diesen hölzernen Stab an einem Ende an, und hebe ihn auf, so folgt der ganze Stab, ohne daß das andere Ende herunterhängt. — Hier ist die Cohäsion noch stärker. — Wie steht es um Horn, Fischbein, Metall —? — Das ergiebt sich aus solchem Versuch:

Feste Körper zeigen Cohäsion unter sich in verschiedenem Grade, doch immer mehr, als tropfbar flüſſige Körper.

Hierüber, besonders was die festen Körper betrifft, haben wißbegierige Männer noch genauere Versuche angestellt; so hat Muschenbroek (ein Holländer, der im Anfange des 18ten Jahrhunderts lebte) namentlich nach dem Gewichte, welches bei den verschiedenen Körpern erforderlich ist, um sie zu zerreißen, die Größe ihrer Cohäsion zu bestimmen gesucht, und z. B. gefunden:

daß ein einfacher seidener Faden, so wie ihn das Gespinnst der Seidenraupe giebt, zerreißt durch ein Gewicht von — 1 Quentchen,
— ein Pferdehaar durch — 6—8 Loth,
— ein daumdickes Schiffstau — 3000 *U.*

Derselbe Muschenbroek versuchte es auch mit 2 Linien breiten Parallelepipeden aus gegossenem Metalle verschiedener Art, und fand, daß zerrissen würde:

deutsches Eisen durch 1930 *U.*, und
feines Gold durch 578 *U.* (woraus hervorgeht, daß die Cohäsion wenigstens nicht allein abhängig ist von der Dichtigkeit der Körper; denn Gold ist dichter als Eisen),
feines Silber durch 1165 *U.*,
englisches Blei durch 25 *U.*

Es läßt sich die Cohäsion der Körper auch durch mancherlei Mittel verstärken, als: Metalle durch Hämmern und Walzen, durch Zusammenschmelzung z. B. von Blei und Zinn, so wie man durch Vereinigung von Blei und Spießglanz die härteren Buchstabenlettern erhält, und Münzen aus Silber und Gold durch Versetzung (etwa mit Kupfer) dauerhafter macht. Wollenzeug wird durch Walken und Pressen stärker.

Getrennte Körper in Berührung gebracht, hängen oft mit einiger Festigkeit zusammen, z. B. Glasplatten. Das geschieht um so mehr, je größer die Zahl der Berührungspunkte ist. Ein wenig feucht gemacht, und die Anhängung (Adhäsion) wird stärker, weil die Feuchtigkeit die

Lücken ausfüllt und die Berührungspunkte vermehrt. Um je mehr solches Zwischenmittel an sich Anhängung gegen die zu verbindenden Körper hat, um desto mehr verstärkt es den Zusammenhang. Darauf eben beruht die Wirkung des Küttens, Leimens, des Löthens, Kleisterns —.

Das Belegen des Spiegelglases mit Staniol (einer Verbindung des dünn geschlagenen Zinns mit Queckſilber), das Vergolden, Versilbern, Plattiren — beruht auf Adhäsion — in wiefern? — Das Zusammenschweißen des glühenden Eisens ebenfalls, so wie unsere Malerei, unser Färben, das Bedrucken der Zeuge, das Buchdrucken u. s. w.

Milch- und Wassertropfen nahe gebracht, fließen zusammen. Sie haben Anziehung (Attraction) gegen einander. Wasser und Oel fließt nicht zusammen; da ist mehr Abstoßung. Gold und Silber sind dichter als Eisen. Doch läßt sich in goldenen und silbernen Gefäßen kein Queckſilber aufbewahren; es zieht sich in die Zwischenräume derselben hinein, nicht aber in die des Eisens. Woher das? — Sogar in Beuteln von Flor und Leinwand läßt sich Queckſilber forttragen ungeachtet der großen Zwischenräume. Das ist es: manches Metall zieht das Queckſilber so stark an, daß es in dessen Zwischenräume hineindringt, vorher aber sich in so feine Theilchen trennt, daß diese in die Zwischenräume hinein können. Glas, Leinen u. s. w. zeigen mehr Abstoßung, wenigstens nicht so viel Anziehung, als die Stärke des Zusammenhangs der Queckſilbertheile unter sich.

Enten, Gänse und andere Wasservögel haben am hintern Theil ihres Körpers kleine Oeldrüsen, aus welchen sie mit dem Schnabel Oel herauspressen, womit sie dann ihre Federn einschmieren. Nun kann sich das Wasser nicht an die Federn anhängen, noch weniger sie durchnässen, und die Vögel so schwer machen, daß sie nicht würden schwimmen können. Wie hängt das zusammen? —

Wasser verdünstet leichter durch die Poren einer Blase hindurch, als der (sonst feinere) Weingeist. Hat daran die

Attraction auch Antheil? wie das? — Auf diese Erscheinung gründet sich das Verfahren, Wein, Branntewein u. s. w. nach und nach vom überflüssigen Wasser zu befreien, und so das Getränk stärker zu machen. Wie hängt das zusammen? —

Wasser in einem reinen Glase steht (wie wir schon wissen) am Rande höher, als in der Mitte. Das ist um so mehr und merklicher der Fall, je enger die Glasröhre ist. Wenn man nun eine sehr enge Glasröhre, die an beiden Enden offen ist, senkrecht ins Wasser stellt, so steigt das Wasser darin in die Höhe, um so höher, je enger die Röhre ist. Wie geht das zu? — Das Wasser wird vom Glase mehr angezogen, als es unter sich zusammenhängt. Deßwegen steht es gleich am Rande höher. Diese ringsherum höhern Wassertheilchen sind sich so nahe, daß sie sich auch unter einander anziehen. Daher fließen sie zusammen. Gleich aber zieht das Glas wieder das Wasser am Rande höher. Dies Wasser fließt wieder zusammen. Am Rande zieht es sich noch höher; es fließt aber wieder zusammen. Dieses Steigen am Rande und dieses Zusammenfließen wird so lange fortdauern, bis das Gewicht der so entstandenen Wassersäule in Verbindung mit der Kraft, womit die Wassertheilchen unter sich zusammenhängen, der Attraction zwischen dem Wasser und dem Glase das Gleichgewicht hält. Je enger eine solche Röhre ist, desto höher steigt das Wasser. Warum folgt das natürlich? — Eine so enge Glasröhre pflegt man, weil Haar auch ein enges Röhrchen ist, ein Haarröhrchen zu nennen. — Wie wenn ein Haarröhrchen inwendig fettig oder stäubig wäre? Dann wird das Wasser in der Röhre tiefer stehen, als dessen Oberfläche außerhalb des Röhrchens, weil es sich selbst stärker zusammenzieht (nach der Mitte hin), als es vom Rande angezogen wird. Daher wird in der Mitte eine Wölbung entstehen, die sich gegen die Schwere nicht halten kann, und sich senkt. Aus derselben Ursache entsteht eine neue Wölbung,

und wieder eine Senkung u. s. f. Je enger nun ein solches Röhrchen, desto dünner würde in der Mitte die Wasserwölbung werden, und desto leichter auch von der Schwere die Cohäsion des Wassers überwunden, somit aber auch um so tiefer der Stand des Wassers in der Röhre. Es läßt sich der Höher- und Tieferstand in Haarröhrchen im Allgemeinen so angeben:

Wenn die Adhäsion gegen das Röhrchen größer als die Cohäsion der Flüssigkeit, so ein höherer, und wenn die Cohäsion größer, so ein tieferer Stand. So steht z. B. Queckſilber in Glasröhrchen tiefer, als die Queckſilberoberfläche außerhalb der Röhre.

Dabei lehrt nun ebenfalls die Beobachtung, daß die Flüssigkeit steigt (wann das?) und fällt in dem geometrischen Verhältniß, wie der Durchmesser des Röhrchens kleiner ist. Ist z. B. der Durchmesser von A = 1, der von B = $\frac{1}{2}$, so steht die Flüssigkeit in B beim Höherstand 2 mal so hoch, und beim Tieferstand 2 mal so tief, als in A.

Eine Pflanze zieht vermittelst ihrer Wurzel Säfte aus der Erde. Diese Säfte verbreiten sich durch die ganze Pflanze hindurch und geben derselben ihre Nahrung. Gewiß ist die Pflanze mit mehreren Oeffnungen oder Gefäßen, welche den Haarröhrchen ähnlich sind, versehen, und hat die Eigenthümlichkeit, daß sie die Säfte stärker anzieht, als diese unter sich zusammenhängen. Auch aus der Luft zieht die Pflanze, besonders mittelst der Zwischenräume in den Blättern, Nahrungssäfte an sich.

Auf ähnliche Art geht es auch zu (wenn auch nicht eben mit dem Umlauf des Blutes im menschlichen und thierischen Körper durch die Adern, so doch) mit der Absonderung der Nahrungssäfte aus dem Blute und mit der Verbreitung derselben durch den ganzen Körper.

Ein Hut Zucker, mit dem untern Theil ins Wasser gesetzt, ist bald ganz durchfeuchtet und durchnäßt. Die

Zwischenräume darin sind auch den Haarröhrchen ähnlich, und der Zucker zieht das Wasser an.

Ein brennendes Talglicht, wie eine brennende Oellampe bleibt brennend, weil der Docht das die Flamme nährende Fett (Talg und Oel) in seinen Zwischenräumen in die Höhe bis zur Flamme leitet, gleichfalls aus dem mehrmals angeführten Grunde.

Wasser löscht brennendes Holz; brennendes Oel wird aber nicht vom Wasser gelöscht. Läßt sich diese Erscheinung auch aus dem vorher Bemerkten und Gelernten erklären? — Wir wollens sehen. Das Wasser wird von dem Holze stärker angezogen, als die Wassertheilchen unter sich zusammenhängen, und dringt daher in die Zwischenräume des Holzes ein. Dadurch schon kühlt es oder mäßigt die Feuerhitze. Gleich auch verdünstet es, und das bringt (nach §. 15.) eine schnelle Abkühlung, so daß es an dem zum Verbrennen erforderlichen Grad der Wärme (Hitze) fehlen, und die Flamme gelöscht wird. Was aber das Oel betrifft, so wird davon das Wasser wenigstens nicht so stark angezogen, als die Wassertheile unter sich zusammenhängen. Dem Anscheine nach stoßen Wasser und Oel sich gar stärker ab, als sie sich anziehen. Wasser dringt daher nicht in die Zwischenräume des Oels, wird aber als das Schwerere nach unten sinken, indem das Oel oben bleibt. Die Hitze verwandelt das Wasser schnell in Dampf; dieser Dampf dehnt sich mit Heftigkeit aus, reißt das oben liegende brennende Oel mit fort und wirft es aus einander. So aber wird die Flamme nicht gelöscht, sondern eher vermehrt oder doch weiter verbreitet. Brennendes Oel löscht man am besten, wenn man kaltes Oel in gehöriger Menge zugießt. Beides mischt sich schnell, und dieses entzieht jenem schnell einen großen Theil der Hitze.

In den zuletzt angeführten Fällen wirkt die Attractionskraft als Haarröhrchenkraft, auch Capillarkraft genannt. In wiefern nämlich dieses beim Löschen des Feuers

durch Wasser? — In wiefern auch da, wo sich Dinte in Löschpapier zieht und verbreitet? — da, wo sich beim Färben der Zeuge, Garne u. s. w. die Farbe durch das Ganze inwendig hindurch zieht? — da, wo durch Menschen- und Thierhaut Theile aus der Luft eingesogen werden, die zur Stärkung dienen? — da, wo sich Queckſilber in die Poren mancher Metalle zieht und so fast verschwindet? — da, wo man in Felsen und Steine Vertiefungen hauet, in diese hölzerne Keile preßt, und dann nur die Keile lange genug mit Wasser begießen darf, um zu machen, daß Felsen, Steine — gesprengt werden? —

Glas ist dichter als Holz (dieses hat größere Zwischenräume), und doch läßt Glas die Lichtstrahlen ungehindert durch, Holz nicht. Das kommt vielleicht, weil jenes mehr Anziehung zum Licht hat als dieses (wenn gleich auch eine gewisse Regelmäßigkeit in den Zwischenräumen des Glases hier mitwirken mag).

Papier läßt wohl Licht hindurch, aber sobald es in Oel getunkt ist, geschieht dies leichter, und es wird durchsichtiger. Gewiß hat es so mehr Anziehung zum Licht.

§. 41.

Chemische und mechanische Wirkungen. Gemisch und Gemenge. Chemie. Scheidungsmittel. Auflösungsmittel.

Cohäsion, Adhäsion, Attraction — (Haarröhrchenerscheinung) alles dieses ist Anziehung. Anziehung ist Folge von Kräften, die von Innen wirken. Alle Erscheinungen solcher Anziehungen sind daher Wirkungen, die durch von Innen wirkende Kräfte hervorgebracht werden. Solche nennt man chemische Wirkungen der Körper. Auch die denen der Anziehung entgegengesetzten Wirkungen (die der Abstoßung) sind chemische — warum? — (Beispiele von diesen und jenen chemischen Wirkungen werden angeführt.)

Durch Druck werden Körper verdichtet, durch Stoß in

Bewegung gesetzt, durch Schneiden, Brechen, Fall — ihre Theile getrennt. Das sind Wirkungen, die durch Kräfte von Außen hervorgebracht werden. Solche heißen mechanische Wirkungen.

Wenn ich Hafer und Gerste und Rocken auf einen Haufen schütte und durch einander arbeite: so entsteht dadurch ein Ganzes. Das ist mechanische Wirkung. Warum? — Wenn ich dieses Ganze aufmerksam betrachte, so kann ich durchs Gesicht erkennen, aus welchen Kornarten es besteht.

Gieße ich Oel und Wasser zusammen in ein Glas, so bemerken wir das Wasser unten, das Oel oben, wenn gleich beides als ein Ganzes in einem Gefäß. In wiefern ist hier von einer Seite mechanische, von der andern chemische Wirkung?

Mit Wein und Wasser ist es anders. Diese Flüssigkeiten zusammengegossen, vereinigen sich so innig, daß wir keine Stelle wahrnehmen, wovon wir sagen können: da ist bloß Wasser, da bloß Wein. Woher kommt das? — So weit wir es uns erklären können, daher:

In dem Wein wie in dem Wasser sind Zwischenräume. Beide Flüssigkeiten haben eine so starke Anziehung gegen einander, daß sie sich in ganz feine Theilchen auflösen, so feine, daß der Wein in die Zwischenräume des Wassers und dieses in die Zwischenräume des Weins dringt. Die Zwischenräume schon sind durch unser Auge nicht zu unterscheiden. Daher wird unser Auge auch nicht die so feinen mit einander vereinigten Wein- und Wassertheilchen unterscheiden können. Beides, Wein und Wasser, muß also uns als eine einzige gleichartige Masse erscheinen. Diese Masse ist nicht mehr Wein, und nicht mehr Wasser, sondern von beiden verschieden. Also — was für Wirkung hier?

Man drückt das so aus: Wein und Wasser haben so starke Anziehung gegen einander, daß sie sich gegenseitig auflösen. Wasser und Oel ziehen sich so stark nicht an.

Daher entsteht nur in jenem, nicht in diesem Fall nach der Vereinigung ein Ganzes, dessen Bestandtheile sich nicht einzeln durchs Gesicht unterscheiden (wahrnehmen) lassen. Man nennt es ein Gemisch. Wann werden also Körper gemischt? Wann aber lassen sie sich nur mischen? —

Wasser und Oel dagegen lassen sich nach der Vereinigung noch einzeln durchs Gesicht unterscheiden. Zusammengeschüttete Kornarten eben so. Daher lassen sich solche Sachen nur mengen, nicht mischen. Warum dieses nicht? Was ist also ein Gemenge zum Unterschiede vom Gemisch? — Gemenge ist mehr mechanische, Gemisch mehr chemische Wirkung.

Das Gemenge nennt man auch wohl eine mechanische Mischung und das Gemisch eine chemische. In jenem Falle liegen die Theile bloß neben oder über einander; in diesem dagegen sind die Theile so in einander gedrungen, daß sie zusammen nun einen ganz neuen Körper, der von den Theilen ganz verschiedene Eigenschaften zeigt, ausmachen. Dies Letztere ist besonders der Fall, wenn mehr als 2 Stoffe (Körper) chemisch verbunden sind. Schießpulver ist z. B. eine Mischung aus Schwefel, Salpeter und Kohlen, und keiner dieser Theile hat für sich die Eigenschaften (Wirkungen), die das Schießpulver zeigt.

Körper, die sich so stark anziehen, daß sie sich gegenseitig auflösen und mit einander vermischen, nennt man verwandt — solche stehen in Verwandtschaft mit einander. — Verwandtschaft oder Affinität der Körper heißt die Eigenschaft derselben, nach der sie das Streben haben, sich chemisch mit einander zu verbinden oder zu vermischen.

Doch nimmt man das Wort Verwandtschaft auch in einem weitern Sinn, und nennt die Körper, die bloß an den Oberflächen sich festhalten, schon verwandt, schließt jedoch das Anziehen aus beträchtlicher Ferne davon aus (die Schwere).

Je stärker Körper mit einander verwandt sind, desto inniger verbinden sie sich. Ein Glas Wasser und ein Glas Wein zusammengegossen, giebt 2 Gläser voll Mischung. Wenn ich daher ein Weinglas voll Wasser und ein Weinglas voll Weingeist zusammengieße, so sollte man ebenfalls denken, daß nach der Mischung eine Masse entstände, womit sich 2 solche Weingläser füllen ließen. Doch werden diese nicht voll davon. Wie mag das zugehen? Das Wasser dringt in die Zwischenräume des Weingeistes, und dieser in die Zwischenräume von jenem. Die Zwischenräume der Mischung sind also kleiner, als die des Wassers und des Weingeistes, oder doch gewiß kleiner, als die von einem dieser beiden Stoffe. Daher der kleinere Raum, den die Mischung einnimmt. Nimmt doch ein Stück Schwamm, wo Wasser hineingezogen ist, keinen so großen Raum ein, als die Räume zusammengenommen, welche vorher das Wasser und der Schwamm für sich einnahmen. Bei Wasser und Vitriolöl nehmen wir Aehnliches wahr.

Eine Tasse Kaffee ist gewöhnlich ein Gemisch aus dem Kaffee-Absud, aus Milch und Zucker. Unser Auge unterscheidet nicht diese einzelnen Bestandtheile. Bei der Mischung vereinigen sich gewöhnlich erst die beiden flüssigen Theile (Kaffee und Milch) und diese dringen in die Zwischenräume des Zuckers, lösen denselben auf, daß er flüssig wird und so auch wieder in die Zwischenräume des Kaffees und der Milch sich verliert. Kaffee, Milch und Zucker sind demnach verwandt. In wiefern?

Bei dem ersten Beispiel von Mischung waren lauter flüssige Körper (Wein und Wasser), im letztern Fall war ein fester Körper (Zucker). Ob auch lauter feste Körper sich mischen lassen? Zinn und Blei sollen Verwandtschaft gegen einander haben. Ob diese Körper sich mischen, wenn ich z. B. ein Stück Zinn und ein Stück Blei zusammenlege? — Diese Körper vermischen sich erst geschmolzen.

So ist es: entweder müssen die Körper, die gemischt

werden sollen, erst alle flüssig sein oder gemacht werden (wie Blei und Zinn), oder doch einer davon, wie vorher der Kaffee, der den Zucker auflös'te.

Wenn ich Küchensalz und Wasser zusammenkoche, so lösen sich von dem Salze nach und nach Theile ab, die sich mit dem Wasser vermischen, bis am Ende von dem Salze kein Theil für sich allein da ist, das ist, das Salz hat sich nach und nach in die Zwischenräume des Wassers gezogen. Koche ich aber viel Salz und (nach Verhältniß) nur wenig Wasser zusammen, so wird das Wasser nicht alles Salz auflösen und in seine Zwischenräume aufnehmen, es wird von dem Salze etwas unaufgelös't übrig bleiben. Wenn das Wasser so viel Salz in sich aufgenommen hat, als es aufzunehmen fähig ist, so sagt man: es ist gesättigt. Das ist auch bei andern (wenn gleich nicht bei allen) verwandten Körpern so: der flüssige Körper ist nur bis zu einem gewissen Punkte fähig, Theile von festen Körpern aufzulösen und in sich aufzunehmen, und diesen Punkt nennt man den Sättigungspunkt.

Nur wenn ein Körper ein fester ist und von dem flüssigen erst aufgelös't werden soll, wird ein Sättigungspunkt erreicht; bei Flüssigkeiten, die überhaupt sich mischen lassen, ist solcher Punkt nicht vorhanden. Doch kann eine bis zur Sättigung gelangte Mischung oft noch fähig sein, von einem andern festen Körper etwas aufzulösen, wie z. B. Wasser mit Kochsalz gesättigt noch Pottasche auflös't.

Das ergiebt sich aus dem Angeführten: Es können verwandte Körper oder Stoffe in eine chemische Verbindung (Zusammensetzung, Mischung) gebracht werden.

Wir wollen weiter sehen. Essig lös't Kreide auf und geht damit eine chemische Verbindung ein, wie ich hier nämlich eine solche Mischung habe. Nun möchte ich gern die Kreide wieder für sich darstellen. Das kann ich; denn wenn ich mit der Mischung ein wenig Laugensalz verbinde, so vereinigt sich damit der Essig, indem er die Kreide

fahren läßt, die nun zu Grunde sinkt. Das kommt daher: Laugensalz hat mehr Verwandtschaft (Anziehung) zu Essig, als die Kreide, und diese hat wieder keine Verwandtschaft zu der Mischung aus Essig und Laugensalz. Daher trennt sie sich, und weil sie schwerer ist, so sinkt sie zu Boden.

Hier wurde ein Stoff (die Kreide) aus einer Mischung geschieden. Dazu aber bedurfte es eines Stoffes, der zu den übrigen Stoffen der Mischung (hier zu dem Essig) mehr Verwandtschaft hatte, als der auszuscheidende Stoff (die Kreide). Der neue Stoff (Laugensalz) war daher das Scheidungsmittel.

Wollte man aber nicht die Kreide, sondern den Essig aus der Mischung scheiden und für sich darstellen, so bedürfte es eines Stoffes, der mit Kreide mehr Verwandtschaft hätte, als Essig —. Das ist Schwefelsäure. Bringe ich diese zu der Mischung hinzu, so verbindet sie sich mit der Kreide, sinkt damit als Gyps zu Boden, und der Essig bleibt für sich oben. — Welches war hier das Scheidungsmittel? —

Das sehen wir daraus:

Man kann nicht nur chemisch verwandte Stoffe mit einander vermischen, sondern auch aus dem Ganzen die verbundenen Stoffe wieder scheiden. Um dieses zu können, muß man nicht nur die einzelnen Stoffe und deren Verwandtschaft kennen; sondern auch wissen, in welchem Grad sie verwandt sind und unter welchen Umständen sie sich mischen oder trennen (zerlegen) lassen.

Derjenige Theil der Naturlehre, der da lehrt, Stoffe chemisch mit einander zu verbinden, und chemisch verbundene Stoffe zu trennen, heißt die Chemie, die als Kunst auch wohl Scheidekunst genannt wird (ein Name, der nur einen Theil des Ganzen als Name bezeichnet), eine Kunst, mit der der Apotheker wenigstens so weit vertraut sein muß, als sie sich auf die Arzneibereitung und Verwahrung erstreckt.

Worin kommen die beiden Haupttheile der Chemie:

„verbinden" und trennen" mit einander überein? — Antw. Wenn Wasser und Milch sich nahe kommt, vermischt sich das: Wasser macht, daß sich Milch in so feine Theilchen trennt, daß es diese in seine Poren aufnehmen kann, und — Milch hat denselben Einfluß auf das Wasser d. i. Wasser löſ't die Milch auf, und die Milch das Wasser.

Kommt Zucker in Wasser, so löſ't dieses von dem Zucker nach und nach mehr Theilchen ab, und so feine, daß es diese in seine Poren aufnehmen kann, d. i. Wasser löſ't den Zucker auf.

Sonach setzt chemische Verbindung eine Auflösung des einen oder mehrerer oder aller zu verbindenden Stoffe voraus.

Zur Mischung aus Essig und Kreide kam Laugensalz; damit verband sich der Essig, der währenddeß zugleich die Kreide fahren ließ. Der Essig mußte aber von dem Laugensalz so feine Theilchen ablösen, daß er sie in seine Poren aufnehmen konnte; also — auch hier ein Auflösen.

Daher Antwort auf obige Frage: Beides — „verbinden" und „trennen" setzt eine Auflösung voraus. (Daher nennt man chemische Mischung oftmals selbst nur Auflösung).

Bei der Mischung des Essigs und der Kreide war Essig mehr thätig, und Kreide mehr leidend — jener löſ'te auf und diese wurde aufgelöſ't —. Bei der Trennung der Kreide vom Essig trennten sich diese beiden Stoffe, und es ist nicht so genau zu erkennen, was mehr thätig war, Essig oder Kreide. Aber darauf verband sich der Essig mit dem Laugensalz, und Essig, als das Flüssige, war das Auflösende, also mehr thätig. — Wenn Wasser und Wein sich mischt, so ist es schwer zu erkennen, was mehr thätig ist; beides jedoch wirkt wohl auflösend, und vielleicht Wasser, als das noch mehr Flüssige, am meisten.

Wie es nun auch ist: Derjenige Stoff, der bei der chemischen Mischung oder Trennung am meisten thätig zu sein scheint (auflösend wirkt), wird das Auflösungsmit-

tel genannt. — Welche waren denn die Auflösungsmittel in den angeführten Beispielen? —

Das Laugensalz und ebenfalls die Schwefelsäure waren Scheidungsmittel, auch aber Auflösungsmittel. Ist jedes Scheidungsmittel Auflösungsmittel? Aber auch umgekehrt? —

Nach dem, was wir in dieser und der vorhergehenden Stunde gelernt haben, scheint es wohl, daß nach der Einrichtung, die der Schöpfer der Welt getroffen hat, das, was zur Körperwelt gehört, vornehmlich durch 2 Grundkräfte in der gehörigen Verbindung und im rechten Verhältniß gehalten wird: durch Anziehungskraft und Abstoßungskraft (Attractions- und Repulsionskraft).

Die Attraction zeigt sich denn (so weit bisher es vorgekommen) als Cohäsion, als Adhäsion, als Attraction (im engern Sinn), wozu die Gravitation —, als Capillaranziehung und Affinität. — Wann ist sie das Eine? — wann das Andere?

§. 42.

Scheidung auf nassem und trockenem Wege. Aneignungsmittel. Niederschlag —. Wahlverwandtschaft. Crystallisation. Bestandtheile. Elemente. Chemische und mechanische Theilung.

Es ist anders, wenn Wein und Wasser, oder Kreide und Essig, oder Zucker und Wein, oder Salz und Wasser — sich chemisch verbinden, als wenn z. B. Zinn und Blei oder Silber und Kupfer — in solche Verbindung gebracht werden sollen. In den ersten Fällen war wenigstens ein Körper schon flüssig, und dabei fähig, den andern aufzulösen. Da dürften die Stoffe nur einander nahe genug gebracht werden, und die Auflösung und Mischung erfolgte. Das nennt man Auflösung auf nassem Wege; d. i. nämlich die, wo wenigstens Ein Stoff schon flüssig ist und die Fähigkeit besitzt, den andern aufzulösen. —

In den andern angeführten Fällen waren es lauter feste Körper, und da mußte der zur Auflösung und Mischung erforderliche und flüssige Zustand erst durch Schmelzen (durch Feuer) hervorgebracht werden. Das ist Auflösung — auf trockenem Wege — was also? —

Eben dieselben verschiedenen Wege sind es, auf welchen die für Trennung erforderliche Auflösung vor sich gehen kann: auf nassem Wege z. B., wenn aus der Mischung von Essig und Kreide durch Laugensalz die Kreide frei werden soll; — auf trockenem Wege z. B., wenn man aus Bleiglanz (einer Mischung aus Blei und Schwefel) den Schwefel scheiden will, wozu Eisen das Scheidemittel ist: erst Bleiglanz geschmolzen, dann Eisen, womit Schwefel mehr verwandt, in die Flüssigkeit gelegt.

Wir gehen weiter. Weingeist und Oel haben keine Verwandtschaft zu einander — was heißt das? — Mit dem Oel aber ist Kali verwandt; mit der Mischung aus dem Oel und Kali ist Weingeist wieder verwandt. Was darf also nur vorher geschehen, wenn Weingeist mit Oel gemischt werden soll? So ist es mehrmals, daß, wenn zwei Stoffe nicht verwandt sind, sie sich doch mischen lassen, wenn ein dritter Stoff hinzukommt. Dieser letztere muß dann entweder zu beiden Verwandtschaft haben, oder zu dem einen auf die Art, daß er, gemischt mit diesem, sich auch mit dem andern mischen läßt. Auf solche Art entsteht also eine vermittelte Mischung. Durch welchen Stoff geschah in dem angeführten Falle die Vermittelung?

So gehts auch mit Oel und Wasser. Laugensalz ist hier das Mittel, wodurch jene Stoffe einander angeeignet und zu einer Mischung, die hier Seife ist, gebracht werden. Aneignungsmittel heißt das Mittel deßwegen.

Sobald man der so entstandenen Mischung das Aneignungsmittel entzieht, so werden die einzelnen Stoffe wieder für sich zum Vorschein gebracht.

Wird Kreide aus der Mischung mit Essig geschieden,

so sinkt sie zu Grunde. Sie schlägt nieder, und wird Niederschlag genannt. Das Scheidemittel (hier Laugensalz) heißt in dieser Beziehung Niederschlagungsmittel. Wird aus derselben Mischung der Essig durch Schwefelsäure geschieden, so mischt sich diese mit der Kreide und giebt Gyps, der dann zu Boden sinkt und der Niederschlag sein wird.

Ein Körper kann zu mehreren andern Körpern Verwandtschaft haben, aber in verschiedenen Graden. Wenn er nun allen gleich nahe gebracht wird, so wird er zunächst mit demjenigen eine chemische Verbindung eingehen, mit dem er am meisten verwandt ist; er wird diesen unter allen auswählen. Wahlverwandtschaft nennt man die Eigenschaft der Körper, nach der sie aus mehreren verwandten Körpern den nächstverwandten auswählen. So ist z. B. Schwefelsäure mit Kalkerde, mehr aber mit Ammoniak verwandt. Jene wird den Ammoniak aus beiden auswählen —.

Man mische z. B. Kohlensäure mit Ammoniak, und heiße dieses erste Mischung, darauf Salzsäure mit Kalkerde, das heiße zweite Mischung. Nun steht aber hier in größter Verwandtschaft: Kohlensäure mit Kalkerde, und Salzsäure mit Ammoniak. Was wird geschehen, wenn erste und zweite Mischung einander nahe genug gebracht werden? — Kohlensäure wird Kalkerde, und Salzsäure den Ammoniak zur chemischen Verbindung auswählen. — Hier sind 4 Verwandtschaften; welche? — und ist eine doppelte Wahl; welche? — Eine solche Art chemischer Wirkung nennt man Folge einer doppelten oder zusammengesetzten Wahlverwandtschaft.

Wenn der Wassertropfen sich ungehindert gestalten kann, so zieht er sich zu einer Kugelform zusammen; die Wassertheilchen werden von allen Richtungen her nach einem einzigen Punkte gleich stark hingezogen.

Salz in Wasser aufgelöst und damit vermischt, wird

allmählich wieder für sich dargestellt, indem das Wasser verdampft oder verdünstet. Wärme, die sich mit dem Wasser verbindet, ist hier das Auflösungsmittel (Scheidungsmittel). Indem aber nun das Salz wieder fest wird, nehmen die Theile desselben sehr regelmäßige Gestalten an; so z. B. werden die Theilchen des Kochsalzes zum Theil würfelförmig, zum Theil auch von der Form viereckiger Pyramiden. Das geht vielleicht so zu: Wie die Theile des Wassertropfens nur nach Einem Punkt, und zwar gleichförmig gezogen werden, so giebt es bei dem sich bildenden Salz mehrere Punkte, wohin nach gewissen, nicht anzugebenden, Regeln die Theilchen mehr oder weniger stark gezogen werden, und dieses nach der Natureigenthümlichkeit des Salzes.

Auf ähnliche Weise bilden sich vielleicht beim Gefrieren der Fensterfeuchtigkeiten auch die verschiedenen regelmäßigen Blumengestalten.

Wenn das Wasser anfängt, langsam zu gefrieren, so bilden sich erst verschiedene Eisnadeln, die sich unter bestimmten Winkeln (von 60 und 120°) an einander legen. Gewiß ist der Grund ein ähnlicher: daß nämlich die Theilchen sich in regelmäßigen Entfernungen nach bestimmten Punkten hin stärker und weniger stark anziehen.

Wenn nun flüssige Körper fest werden, und dabei regelmäßige Gestalten (hier von dieser, dort von anderer Art) annehmen, so heißt es: sie crystallisiren. Worin besteht also die Crystallisation der Körper? — Alle Körper von so regelmäßig gebildeten Gestalten heißen Crystalle.

Wenn geschmolzenes Glas, geschmolzener Schwefel — langsam kalt und fest werden, so erhalten sie auch eigenthümliche regelmäßige Figuren. Die Schneebildung gehört mit zur Crystallisation — warum? — Der Schnee besteht nämlich aus 6 Strahlen, die alle in einer Ebene liegen, alle unter gleichen Winkeln an einanderstoßen, alle einen zierlichen Stern bilden. Durch ein Microscop bemerkt man auf beiden Seiten der größern Nadeln feine Spitzen unter

gleichen Winkeln neben einander gestellt. So gestaltet sieht man den Schnee im Durchschnitt, und Abweichungen dürften, bei seiner Bildung aus den Wolkentheilchen, durch äußere Hindernisse hervorgebracht sein.

Auch in dem Pflanzen- und Thierreich bekommt ja jede Art immer wieder dieselbe eigenthümliche Gestalt. Geht das eben so zu, wie mit der Crystallisation? — Nicht ganz so. Bei der Crystallisation werden die Theilchen von Außen her nach den Anziehpunkten hingezogen; denn hier bilden sich die Gestalten (Körper) unorganisch (wie uns aus der Naturgeschichte bekannt ist). Die Pflanzen ziehen ihre Nahrung zwar von Außen in sich hinein, setzen sie aber nicht äußerlich an, sondern verarbeiten sie inwendig gehörig und verbreiten sie von den Stellen aus, wo sie die letzte Verarbeitung empfangen haben, dahin, wo sie Theile der Pflanzen ersetzen oder neue Theile werden sollen. Das geschieht, wie es scheint, wohl ebenfalls von gewissen Punkten aus, aber da ist weniger ein Hinziehen als ein Hinausdrängen.

Ist die Crystallisation auch Gegenstand der menschlichen Kunst (Scheidekunst)? — Es gehört ja die Gewinnung des Salzes aus dem Meer- und Quellwasser (Wasser der Salzquellen) dahin. Das gehörige Abdampfen veranlassen ja die Menschen.

Die meisten Körper bestehen aus verschiedenartigen Materien oder Stoffen, welche chemisch mit einander verbunden eben die Körper ausmachen. Diese Stoffe heißen die Bestandtheile der Körper. So sind die Bestandtheile des Glases: Kieselerde und Laugensalz, die des Zinnobers: Schwefel und Queckfilber, die des Schießpulvers: Salpeter, Holzkohle und etwas Schwefel, die unserer schwarzen Dinte: Eisenvitriol und ein Extract (ausgezogener Bestandtheil) von Galläpfeln.

Die Chemie lehrt nun solche Bestandtheile aus den Körpern ausscheiden. Ein Bestandtheil kann als Körper

nun wieder seine Bestandtheile haben, z. B. Eisenvitriol —. Würden diese wieder ausgeschieden, so könnte der eine und andere dieser Bestandtheile noch wieder seine Bestandtheile haben. Setzten Menschen, die die Kunst verstehen, es nun mit der chemischen Zerlegung etwas fort, so würden sie bald auf Stoffe kommen, die sie nicht weiter zerlegen könnten. So ist das nun vielfältig versucht worden, und die Stoffe, die man nicht weiter zu zerlegen vermocht hat, sind von ihnen als ganz einfache Stoffe angesehen worden. Man hat sie Urstoffe, Grundstoffe oder Elemente genannt. Was sind demnach Elemente? Ob das, was die Menschen jetzt zu den Urstoffen rechnen, es in der Wirklichkeit ist, wissen wir nicht, da es ja noch möglich ist, daß nur die Kunst der Menschen sich auf keine weitere Scheidung erstreckt, und so keine weiteren Bestandtheile entdeckt; daß aber dennoch diese sogenannten Urstoffe noch wieder ihre Bestandtheile haben. Was man nicht zu den Elementen zählt, nennt man zusammengesetzte Körper oder Stoffe. Früher nahm man vier Elemente an: das Wasser, die Luft, das Feuer und die Erde. Es ist aber das Wasser ein Gemisch, wenigstens aus Wasserstoff und Sauerstoff; — die uns umgebende Luft — aus Sauerstoff und Stickstoff, — wohl aber giebt es einfache Erden. Das Feuer dürfte wohl an sich ein Element heißen können. Stoffe, die bis jetzt keine Scheidekunst weiter hat zerlegen können, giebt es aber viele mehr, und in sofern viele Elemente. Man nennt deren 54 mit Namen, wovon folgende hier als Beispiele stehen mögen:

1. Der Sauerstoff (Oxygen), den man, für sich dargestellt, nur als Luftart (Gas) kennt, ist ohne Geruch und Geschmack, und Bestandtheil der meisten Körper und Stoffe, soll namentlich $\frac{1}{3}$ unserer Erde ausmachen —. (Mehr davon in §. 55.) Verbindungen, besonders der Metalle mit ihm, heißen Oxyde.
2. Der Wasserstoff (Hydrogen), auch nur als Gas-

art vorhanden, ist 13 mal so leicht, als die atmosphärische Luft, auch ohne Farbe, Geruch und Geschmack (§. 55).

3. Der Stickstoff (Azot) erscheint nur als Gas (§. 55).

4. Das Chlor — kommt in der Natur nur in Verbindungen, besonders mit Metallen, vor, ist für sich nur in Gasform darstellbar. Man kann es frei machen, wenn man eine Mischung von 3 Theilen Kochsalz mit 2 Theilen Braunstein, $2\frac{1}{2}$ Theilen Schwefelsäure und 4 Theilen Wasser — in einem Glaskolben, der in einem Schälchen mit Sand ruht, über einer Spirituslampe erhitzt, und das sich entwickelnde Gas über erwärmtem Wasser auffängt. Es erscheint dieses als ein blaßgrünes Gas, $2\frac{1}{2}$ mal so schwer als die Luft, ist von widrigem Geruch, zusammenziehendem Geschmack, erstickend und in geringer Menge Husten und Schnupfen erregend; ist auch für sich nicht brennbar, aber ein Wachslicht brennt, und Phosphor und Antimon u. a. entzünden sich von selbst darin. Es zerstört schädliche Dünste und dient zum Räuchern, auch zum Schnellbleichen. Mit Wasser und Kalk verbunden, giebt es Chlorkalk, der, wenn in Wasser aufgelöst, dann Arm und Gesicht damit bestrichen, gegen Ersticken in lange verschlossenen Gewölben, Kellern, u. s. w. schützt, sobald die daselbst ausdünstenden Körper damit besprengt werden.

5. Das Jod, eine feste Substanz, die in verschiedenen Pflanzenarten, namentlich in Seetang, sich findet, ist dunkelgrün, zartblätterig, von metallischem Glanz, von einem dem Chlor ähnlichen Geruch und herbem, scharfem Geschmack, färbt organische Theile gelb, steigt erhitzt als schönes veilchenblaues Gas auf, und legt sich in voriger Gestalt an kältere Körper wieder an.

Durch die Scheidekunst lassen sich die Körper in ihre Bestandtheile zerlegen, das Schießpulver z. B. in Salpe-

ter, Holzkohle und Schwefel. Vergleiche ich diese Bestand=theile, so finde ich sie unter sich nicht von gleicher Art, sie sind verschiedenartig; Salpeter ist von anderer Art, als Holzkohle u. s. w. Auch ist jeder Bestandtheil von dem Ganzen (dem Schießpulver) in seiner Art verschieden. So ist es auch, wenn ich Glas in Kieselerde und Laugensalz zerlege.

Mehrere Stücke entstehen auch, wenn ich Glas zer=schlage, zerstoße — kurz: theile (s. §. 3.). Da ist aber je=des Stück oder jeder Theil für sich noch Glas; alle Theile sind unter sich und auch mit dem Ganzen gleichartig.

Theilen und Scheiden oder Zerlegen kommt wohl darin mit einander überein, daß in beiden Fällen aus einem Ganzen ein Mehreres entsteht; beim Theilen aber ist dies Mehrere unter sich und mit dem Ganzen gleichartig. Da entstehen Theile des Ganzen. Bei der Scheidung ist das Mehrere unter sich und von dem Ganzen in seiner Art ver=schieden, und da giebt es Bestandtheile. Was sind demnach Theile eines Ganzen? was Bestandtheile? Was heißt Körper theilen? was — sie scheiden oder zerlegen? — Man sagt auch wohl so: Theile entstehen durch die mecha=nische; Bestandtheile durch die chemische Theilung. Was bezeichnet also jener, was dieser Ausdruck?

Der riechende Duft reißt sich von den Blumen los und verbreitet sich nach allen Seiten hin. Ist hier mecha=nische oder chemische Theilung? — Der Duft ist mit den ganzen Blumen selbst nicht von einerlei Art und Natur. Vielleicht ist es die Verwandtschaft der Luft zu dem Duft, vermittelst deren seine Trennung von den Blumen erfolgte. In sofern ist hier also wohl chemische Theilung. Aber wie weit verbreitet sich nicht oft dieser Duft? Ein ganzes ge=räumiges Gebäude enthält zuweilen kein Plätzchen, wo man nicht etwas (Theile) davon verspürt. Diese so verbreiteten Dufttheile sind, soweit unsere Beobachtung reicht, gleich=

artig mit der ganzen Duftmasse. Letztere ist also (wenn gleich die Blumen es nicht sind) mechanisch getheilt.

Durchs Verbrennen werden Körper getheilt. Aber die Asche und der Rauch, der sich oft als Ruß ansetzt, sind unter sich und auch in Vergleich mit dem verbrannten Ganzen völlig ungleichartig. So ist auch da wohl chemische Theilung, durch das Feuer vermittelt. Die äußerst feinen Aschtheilchen, die ja (leicht) getrennt da liegen, sind unter sich gleichartig, so auch die Ruß- und Rauchtheile unter sich.

Wie weit es übrigens mit der Theilbarkeit mancher Körper und mit der Feinheit mancher Theile sich erstreckt, davon liefern Beispiele: die feinen Theile der Säfte, die in die feinsten Gefäße der Pflanzen- und Thierkörper sich verbreiten — das Licht, das durch Glas dringt, in welchem keine Zwischenräume zu entdecken sind (so fein sind diese) und die Infusionsthierchen, so klein, daß Tausende auf einem Sandkörnchen wohnen, und welche doch auch ihre Glieder und in diesen wieder Gefäßchen haben, worin Säfte zum Leben sich bewegen. — Doch ist auch von dem Kleinsten das Kleinste dem allsehenden Auge Gottes nicht verborgen.

§. 43.

Bewegung und deren Geschwindigkeit. Fall der Körper und Gesetz des freien Falles. Schwere und Gewicht. Absolutes und specifisches Gewicht.

Vorbem. An das in §. 4. und 5 in Bezug auf Bewegung u. s. w. Vorgekommene werde hier erst erinnert.

So lange ein Körper fortgehend seinen Platz oder Ort verändert, so lange ist er in Bewegung (der fallende Körper, so lange er im Fallen ist), und so lange er seine Stelle behält, ist er in Ruhe. Die Sonne scheint uns ihren Ort zu verändern. Wäre das so, so wäre es wirkliche Bewegung. Kommt das uns aber bloß so vor, indem die Erde es ist, die mit uns, ohne daß wir es merken, ihre Stelle verändert, so ist das scheinbare Bewegung.

Sonach unterscheiden wir wirkliche und scheinbare Bewegung. Ob auch wirkliche und scheinbare Ruhe?

(Beispiele davon.)

Wenn 2 Körper in einerlei Zeit einen gleichen Raum oder Weg zurücklegen, so bewegen sie sich gleich geschwinde.

Wenn der eine in derselben Zeit einen größern Raum durchläuft, so bewegt er sich geschwinder, und wenn zu gleichem Raum er kürzere Zeit gebraucht, so ist die Bewegung auch geschwinder. — Wann demnach ist die Bewegung um so langsamer? —

Je kürzer die Zeit der Bewegung, desto öfterer ist ihre Zahl in der des Raums enthalten, d. i. desto geschwinder. Ebenso: je größer der Raum, desto öfterer ist in dessen Zahl die der Zeit enthalten, d. i. wieder: desto geschwinder. Also — von 2 Körpern bewegt sich derjenige geschwinder, bei dem die Zahl der Bewegungszeit in der des Bewegungsraums öfterer enthalten ist. Z. B. Wenn Zeit = 3 und Raum = 12, Zeit = 15 und Raum 45, wo ist die größere Geschwindigkeit?

Um aber einen einfachen Maaßstab ohne weitläuftiges Rechnen für die Geschwindigkeit der Bewegung im Ganzen zu haben, könnte man eine bestimmte Zeit, worüber man sich einig würde, festsetzen und dann allemal nur den Raum der Bewegung angeben unter Voraussetzung dieser Zeit. So hat man es auch gemacht, und ziemlich allgemein eine Secunde als feste Zeit angenommen. Dem gemäß antwortet man denn auf die Frage: Wie groß ist die Geschwindigkeit des Sturms? etwa: 70 Fuß; — der 24pfündigen Kanonenkugel? höchstens 2200 Fuß; — des Schalls? 1040 Fuß; — eines Punktes am Aequator bei der Rotation der Erde? 1420 Fuß; — der Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne? — 4 Meilen u. s. w., und — setzt stillschweigend eine Secunde Zeit voraus.

Die Geschwindigkeit der Bewegung (womit z. B. ein

Vogel fliegt) kann während der ganzen Bewegungszeit dieselbe bleiben, so daß etwa in jeder Secunde ein gleicher Weg zurückgelegt wird. Dann ist das eine gleichförmige Bewegung. — Sie kann auch in der einen Secunde größer oder kleiner sein, als in der andern (1ste Secunde etwa 5 Fuß, 2te Secunde 7 Fuß —). Dann ist das eine ungleichförmige Bewegung. — Im letztern Fall kann die Geschwindigkeit zunehmen, und es entsteht eine beschleunigte Bewegung. Sie kann aber auch abnehmen, und das giebt eine verminderte Bewegung.

Gesetzt, ein Vogel fliegt in der ersten Secunde nur 10, in der 2ten 12, in der dritten 14 Fuß u. s. w., so nähme die Geschwindigkeit in jeder gleichen Zeit (jeder Sec.) um gleich viel zu. Das gäbe eine gleichförmig beschleunigte Bewegung. — Die Geschwindigkeit könnte auch in jeder gleichen folgenden Zeit um gleichviel abnehmen, und wir hätten dann eine gleichförmig verminderte Bewegung.

Aber wenn die Geschwindigkeit bald mehr, bald weniger zu- oder abnehmend wäre, z. B. erst um 4, dann um 3, darauf um 7 Fuß u. s. w., dann hätten wir, was man ungleichförmig beschleunigte oder verminderte Bewegung nennen könnte.

Ob es wirklich in der Natur eine bekannte gleichförmig beschleunigte und verminderte Bewegung giebt, wollen wir sehen. Was zur Erde gehört, wird durch die Schwere derselben nach ihrem Mittelpunkt hingezogen, und was über die Oberfläche hinaus sich erhoben hat, ebenfalls. Daher muß letzteres zum Fallen kommen. Die Schwere zieht es herunter. Wenn nur Ein hinreichend starker Zug der Schwere erfolgte, so würde der Körper schon zum Fallen gebracht, und dieses, wenn auch kein weiterer Zug erfolgte, vermöge des Beharrungsvermögens fortsetzen (gleichförmig). Nun aber geht ein solcher Zug der Schwere ununterbrochen in gleicher Stärke fort. Da-

her muß die Bewegung (der Fall) eben so ununterbrochen verstärkt d. i. gleichförmig beschleunigt werden.

Um uns von dem freien Fall der Körper eine Vorstellung zu machen, wollen wir uns einmal denken: Die Geschwindigkeit, welche der fallende Körper am Ende der 1sten Sec. erhalten hat, sei = 1; dann ist diese am Ende der 2ten Sec. = 2; am Ende der 3ten = 3 u. s. f. — Die Zahlen 1, 2, 3, 4 u. s. w. bezeichnen aber nur die Geschwindigkeit für das Ende einer jeden Sec., nicht die durch die ganze Sec. hindurch gehende durchschnittliche Geschwindigkeit. Diese ist allemal die mittlere zwischen der im Anfange und der am Ende einer jeden Sec. — Nun ist die Geschwindigkeit im Anfange der ersten Sec. = 0, und die am Ende derselben = 1; daher die mittlere der 1sten Sec. = 0 + 1 dividirt durch 2 = $\frac{0+1}{2}$ = $\frac{1}{2}$. Die im Anfange der 2ten Sec. ist die am Ende der 1sten, also = 1, und die am Ende der 2ten = 2, also die mittlern der 2ten Sec. = $\frac{1+2}{2}$ = $\frac{3}{2}$. Sonach ergiebt sich für die mittlere Geschwindigkeit der 3ten Sec. $\frac{2+3}{2}$ = $\frac{5}{2}$, — der 4ten $\frac{3+4}{2}$ = $\frac{7}{2}$, — der 5ten = $\frac{4+5}{2}$ = $\frac{9}{2}$, — der 6ten = $\frac{11}{2}$ u. s. w.

d. i. denn: die Geschwindigkeit des fallenden Körpers wächst von der 1sten Sec. an, wo sie $\frac{1}{2}$ ist, in jeder folgenden Sec. um 2 mal $\frac{1}{2}$.

Nun haben sorgfältig angestellte Versuche ergeben (s. §. 44.), daß ein Körper, der zum Fallen gebracht ist, in der 1sten Sec. ungefähr 15 (pariser) Fuß fällt, also eine mittlere Geschwindigkeit von 1 mal 15 Fuß hat. Diese mittlere Geschwindigkeit nannten wir eben $\frac{1}{2}$, welches daher hier 1 mal 15 Fuß ist, so wie denn für die 2te Sec. = $\frac{3}{2}$ = 3 mal 15 Fuß u. s. w.

Ein fallender Körper fällt also:

in der 1sten Secunde ungefähr 1 Mal 15 Fuß
— — 2ten . = — — 3 × 15 =
— — 3ten = — — 5 × 15 =

in der 4ten Secunde ungefähr 7 Mal 15 Fuß
— — 5ten = — — 9 × 15 = u. s. w.

d. i. in jeder folgenden Secünde 2 Mal 15 Fuß mehr. Dieses macht nun

für Eine Secunde		1 mal 15 Fuß =	15 F.
= zwei Secunden	(1+3)	= 4 × 15 =	= 60 =
= drei =	(1+3+5)	= 9 × 15 =	= 135 =
= vier =	(1+3+5+7)	= 16 × 15 =	= 240 =
= fünf =	(1+3+5+7+9)	= 25 × 15 =	= 375 =

Die Zahlen der Fuß hier bezeichnen die Räume des fallenden Körpers, und 1 Secunde ist der als Maaß angenommene Zeittheil.

1	ist die Quadratzahl von	1	(von Einer Secunde)
4	= = =	2	(v. 2 Secunden)
9	= = =	3	(v. 3 =)
16	= = =	4	(v. 4 =)
25	= = =	5	(v. 5 =)u.s.w.

und d. i. denn:

die Räume des fallenden Körpers verhalten sich, wie die Quadratzahlen aus den Summen gleicher Zeittheile, welche der Körper zu seinem Falle gebraucht.

Wie viel Fuß würde sonach ein Körper in 12 Stunden fallen? — in $\frac{1}{4}$ Stunde? —

Wenn ein Stein, der in einen Brunnen fällt, 5 Sec. gebraucht, ehe er an den Boden kommt, wie tief ist denn der Brunnen?

Weil die Schwere der Körper gegen den Mond kaum $\frac{1}{5}$ der Schwere gegen die Erde ist, wie lange brauchte denn ein Körper, um von der Höhe eines Mondberges, die 24,000 Fuß beträgt, hinunter zu fallen?

Anm.: Galilei (geb. zu Pisa 1564) entdeckte dieses Gesetz für freifallende Körper.

Wir können nun schon vermuthen, daß es mit steigenden (etwa senkrecht in die Höhe geschossenen) Körpern

umgekehrt geht. Ihre Bewegung wird in demselben Verhältniß gleichförmig vermindert, wie sie bei fallenden Körpern beschleunigt wird. Die Schwere wirkt nicht etwa mit Einem Zuge, sondern mit ununterbrochen gleichförmig fortgehenden Zügen, der Bewegung schwächend entgegen. Fängt daher ein in die Höhe geworfener Körper mit der Geschwindigkeit von 150 Fuß an zu steigen, so ist diese Geschwindigkeit Ende der 1sten Sec. nur 150—30, Ende der 2ten Sec. = 150—2.30, — der 3ten S. = 150—3.30, — der 4ten S. = 150—4.30, und — der 5ten Sec. = 150—5.30 = 0. Nun wird er anfangen zu fallen, und ehe er wieder zu der Stelle kommt, von wo aus er in die Höhe geworfen wurde, gehen also auch 5 Secunden hin — warum? — so daß ein Körper demnach eben so viel Zeit zum Steigen, als zum Fallen gebraucht. Wird daher eine Kugel mit 690 Fuß Geschwindigkeit in senkrecht steigender Richtung geschossen, nach wie langer Zeit kommt sie dann wieder zu uns? Welche Höhe erreicht sie?

Hier könnte man einwenden: das Fallen der Körper kommt ja her von ihrer Schwere gegen die Erde, und alle sind doch bei Weitem nicht gleich schwer. Wie kann denn ihr Fall nach einerlei Gesetz sich richten? Eisen, Holz, Wolle, Feder — welch ein Unterschied dazwischen? — Eine Feder z. B. — man sieht ja, wie langsam sie fällt? — Darauf antworten wir:

1) Man darf nicht Schwere der Erdkörper und Gewicht derselben (wofür oft Schwere gesagt wird) mit einander verwechseln.

Der vorher erwähnte Galilei hat durch vielerlei Versuche sich überzeugt, daß alle Körper, groß und klein, gegen die Erde gleiche Schwere haben. Verschiedene Körper (behauptet er), die gleichzeitig von einerlei Höhe zum Fallen gebracht werden, kommen zugleich herunter, sobald sie frei fallen können; 1 *U.* Eisen ist so schwer wie 1 Loth. — Das läßt sich etwa so denken: die Schwerkraft der Erde wirkt

auf alle einzelne Punkte eines Körpers gleich stark; man kann die gesammte Schwerkraft, die auf den einzelnen Körper wirkt, in so viele gleiche Theile getheilt denken, als der Körper Punkte hat. Auf den Körper von 1000 Punkten wirkt eine Schwerkraft von 1000 Theilen, auf den von 100 Punkten dagegen nur eine von 100 eben so großen Theilen Schwerkraft. Daher wird der eine Körper nicht stärker heruntergezogen, als der andere und das ist: der eine ist nicht schwerer als der andere.

Mit dem Gewicht ist es anders. Es würde kein Körper Gewicht haben, wenn er nicht zur Erde hingezogen würde, — keine Schwere gegen sie hätte. Das Gewicht nämlich besteht in dem Druck und in der Stärke des Drucks, den ein Körper auf seine Unterlage ausübt. Das Gewicht ist von der Masse abhängig; denn die ganze Masse ist es ja, welche die Unterlage zu tragen hat. 1 *U.* hat 32 mal so viel Masse, als 1 Loth und drückt daher auch 32 mal so stark auf die Unterlage.

Also — Schwere gleich, Gewicht verschieden. Aber eine Feder fällt doch offenbar langsamer, als eine Bleikugel? — Daß dieses von etwas Anderem kommt, ergiebt sich, wenn wir den Inhalt folgender Antwort eingesehen haben:

2) Es muß absolutes Gewicht (welches man auch Massen-Gewicht nennen könnte) und specifisches Gewicht (welches man wohl Umfangs- oder Raum-Gewicht nennen könnte) unterschieden, und nach letzterem das Hinderniß geschätzt werden, welches die Luft dem fallenden Körper entgegensetzt.

Das absolute Gewicht ist das, was wir überhaupt unter Gewicht verstehen: Massendrucksstärke (1 *U.*, 1 Centner 1 Quentchen).

Was aber ist specifisches Gewicht? — Um das einzusehen, fragen wir: Wie geht es zu, daß ein Stein im Wasser sinkt, sich dem festen Boden der Erde nähert; ein

eben so großes Stück trocknes Holz nicht? — Das Wasser hängt unter sich zusammen. Diesen Zusammenhang muß der Körper, der sinken soll, erst aufheben. Der Stein hat bei gleicher Größe mit dem Holze ein größeres Gewicht, als das Holz. Der Stein hat auch ein größeres Gewicht, als der Theil Wassers, der mit ihm gleichen Raum einnimmt, oder den er aus der Stelle treibt, wenn er unter Wasser kommt. Daher sinkt der Stein im Wasser. Das Stück Holz wiegt aber weniger, als ein Theil Wasser von gleichem Umfange (Raum) mit ihm. Daher kann das Holz den Zusammenhang des Wassers durch sein Gewicht nicht überwinden; es sinkt nicht zu Boden. Kurz drückt man das so aus: der Stein hat mehr specifisches Gewicht als Wasser, und das meiste Holz weniger, weil der Stein bei gleicher Größe mehr wiegt als das Wasser, und mit dem Holz ist es umgekehrt. Ein Körper heißt dann überhaupt specifisch schwerer als ein anderer, wenn er bei gleichem Rauminhalt mehr wiegt. Ein Cubiczoll Gold wiegt ungefähr 2 mal so viel als ein eben so großes Stück Messing. Wie vielmal beträgt also das specifische Gewicht des Goldes das des Messings?

Um möglichst leicht das spec. Gew. (Eigengewicht) verschiedener Körper nicht nur kurz bezeichnen, sondern auch leichter ausfindig machen zu können, pflegt man jeden Körper, sei er fest oder flüssig, in dieser Beziehung mit dem reinen (daher destillirten) Wasser zu vergleichen. Man denkt sich einen bestimmten Rauminhalt des Wassers (etwa 1 Cubiczoll, 1 Cubicfuß u. s. f.), setzt dieses Wassergewicht = 1,00.., und vergleicht mit diesem Einheitsgewicht das Gewicht von eben so viel Rauminhalt desjenigen Körpers, dessen spec. Gew. man angeben will. Die Zahl, welche anzeigt, wie oft das Gewicht von z. B. 1 Cub. Z. Wasser in dem Gew. von 1 Cub. Z. des andern Körpers enthalten ist, bezeichnet dann das spec. Gewicht des letztern. Es wiegt z. B. 1 Cub. Z. (Schleswig-Holsteinisches Maaß) Wasser

gegen 15 Oertchen und 1 Cub. Z. Blei 165 Oertchen; daher spec. Gew. des Bleis = 11,00.. (dieses in Decimalbruchform, wie das gewöhnlich geschieht). So verstanden, ist denn z. B. spec. Gew. von Gold = 19,3, von Silber = 10,5, von Queckſilber = 14,4, von Leinöl = 0,9, von Terpentinöl = 0,8, von atmosph. Luft = 0,00126 —.

Wie findet man nun das sp. Gew. eines festen Körpers, der im reinen Wasser untersinkt? Man suche erst sein absolutes Gew. (sei 12 *U.*), dann sein Gew. im Wasser (sei 9 *U.*), und schließe so: Das Wasser von gleichem Rauminhalt mit ihm ist 3 *U.*; folglich wiegt er 4 mal so viel, und ist sein sp. Gew. = 4,0. — Um indeß jenes mit Sicherheit auszumitteln, bedient man sich einer Waage von dazu geeigneter Einrichtung, welche man hydrostatische Waage nennt.

Wie wird das sp. Gew. eines Körpers gefunden, der nicht im Wasser untersinkt? Da könnte man erst seinen Rauminhalt und dann sein absol. Gew. bestimmen, darauf berechnen, wie viel Gew. davon denn 1 Cub. Z. haben müsse, und dann sehen, wie oft darin das Wassergewicht von 1 Cub. Z. enthalten sei. — Dieses aber auch so: Sein absol. Gew. sei 3 Loth. Er werde mit einem andern Körper verbunden, der mit ihm im Wasser sinkt, und der z. B. mit ihm zusammen außer dem Wasser 42 Loth und im Wasser 18 Loth wiegt, so daß sie also beide vereinigt im Wasser 24 Loth verlieren. Nun verliere der schwerere Körper allein im Wasser 9 Loth; dann würde der leichtere (wenn er es könnte) für sich 15 Loth im Wasser verlieren, und somit betrüge das Gew. des Wassers, was er aus der Stelle triebe, 15 Loth. Da sein Gew. aber 3 Loth, so ist das $\frac{1}{5}$ des Wassergewichts, und sein sp. Gew. = $\frac{1}{5}$ = 0,2.

Wie wird das spec. Gew. einer Flüssigkeit gefunden? Ein fester Körper, der in dieser Flüssigkeit und auch im Wasser sinkt, werde in jeder dieser Flüssigkeiten gewogen. So oft dann sein Gewichtsverlust im Wasser in dem in je-

ner Flüssigkeit enthalten ist, so viel ist das spec. Gew. dieser Flüssigkeit. — Sonst auch: 1 Maaß Wasser und 1 Maaß der Flüssigkeit, jedes besonders gewogen (wie ist das zu machen?), und jenes Gew. in dieses dividirt.

Bem. Man bedient sich hier auch wohl des Aräometers oder Dichtigkeitsmessers, welcher so in Grade getheilt ist, daß nach der Zahl der Grade, die in der Flüssigkeit und die im Wasser unter der Oberfläche gezählt werden, das spec. Gew., das man wissen will, sich leicht ergiebt. Unter andern hat der Franzose Beaumé einen solchen Apparat erfunden.

Jetzt einen Augenblick wieder an jene Feder gedacht. Diese soll durch die Luft fallen. Sie ist aber nur um ein Geringes specifisch schwerer als die Luft. Daher kann sie auch nur so eben den Zusammenhang der Luft durch ihr Gewicht aufheben, und wird deßwegen von dieser, ehe sie herunter kommt, bald hier- bald dahin getrieben. Gegen eine Bleikugel aber ist das specifische Gewicht der Luft fast für nichts zu achten. Im luftleeren Raum fällt auch (wie Versuche lehren) eine Feder eben so geschwind, wie eine bleierne Kugel.

Der fliegende Vogel ist specifisch schwerer, als die Luft. Er bewirkt aber durch die ihm eigenthümlichen Bewegungen seiner Füße, seines Schwanzes, besonders seiner Flügel, daß die Luft schnell unter seinen Flügeln zusammengedrückt wird, so daß die dadurch bewirkte größere Elasticität derselben den Vogel oben erhält und vor dem Fallen schützt.

Ob es sich auf ähnliche Art mit einem schwimmenden Menschen verhält? Wenn gleich nicht immer, so ist der Menschenkörper doch meistens ein wenig spec. leichter als das Wasser (sein spec. Gew. ist nämlich im Durchschnitt etwa = 0,88). Deßungeachtet bedarf es für ihn einer gewissen Geschicklichkeit, durch Erweiterung seiner Brusthöhle, durch Aufblasen seiner Backen sich etwas spec. leichter zu machen, so wie durch eingeübte Bewegungen die Cohäsion des Wassers zu verstärken, um auf solche Art, so weit als nöthig,

den Kopf über dem Wasser zu erhalten. Um bloß vor dem Untersinken den Menschen zu bewahren, bedarf es daher nicht viel, sondern etwa nur, daß sein Körper mit spec. leichtern Sachen in Verbindung gebracht werde. Daher z. B. die Schwimmkleider — in welche leichte Sachen eingenäht sind; daher das, besonders in unsern Tagen, zum Vorschein gekommene Gehen auf dem Wasser durch Hülfe der Wasserschuhe (Kork-Schuhe oder Stiefel).

Der Fisch ist bald oben, bald mitten, bald unten im Wasser. Wie kann das mit seinem specifischen Gewichte gegen das Wasser bestehen? — Er hat in sich eine kleine Blase, Schwimmblase genannt, die er nach Belieben ausdehnen kann. Dehnt er diese aus (d. i. füllt er sie mit Luft an), so nimmt er einen größern Raum ein, ohne an sich an Gewicht zuzunehmen. Er wird specifisch leichter, als vorher und auch als das Wasser. Daher kommt er oben. Zieht er die Blase zusammen, so wird er dem Umfange nach kleiner, und specifisch schwerer; er sinkt tiefer, und um so tiefer, je mehr er an Umfang verliert.

Warum sinkt eine hohle eiserne Kugel nicht im Wasser, da doch Eisen specifisch schwerer ist? — Weil wegen der Höhlung die Kugel specifisch leichter sein muß. Aus demselben Grunde sinken auch unsere Schiffe nicht. Ein an ein hinreichend großes Stück Kork befestigter Stein sinkt auch nicht im Wasser. Woher das nicht?

Ein Pfd. Blei und 1 Pfd. Wolle haben gleiches absolutes Gewicht. Würde das auch in einer Höhe von 1 Meile der Fall sein? — Ein Stein wiegt im Wasser nicht so viel als in freier Luft; er verliert ja von seinem Gewichte so viel als das Wasser wiegt, das er aus der Stelle treibt. So viel wird auch jeder Körper in der Luft an Gewicht verlieren, als das der Luft beträgt, deren Stelle er einnimmt. Nun treibt 1 Pfd. Wolle mehr Luft aus der Stelle, als 1 Pfd. Blei (warum?). Daher verliert es auch so viel mehr an Gewicht. In dünnerer Luft, oder im

leeren Raum gar, würde jene Wollmasse daher auch mehr wiegen als die Bleimasse, und so also 1 Meile höher das Pfd. Wolle ein Uebergewicht haben über das Pfd. Blei.

Wenn ein Körper specifisch schwerer ist, als die Luftgegend, wo man ihn etwa fallen läßt, so kann es sein, daß er ganz herunterfällt; es kann aber auch sein, daß er nur bis zu einer gewissen Tiefe sinkt, und dann in der Luft schweben bleibt. Wie kann das angehen? — Antw. Je höher desto dünner und specifisch leichter ist die Luft. Der Körper kann also specifisch schwerer sein, als die Luft da, wo er zum Fallen kommt, und leichter als die tiefer liegende Luft. Dann muß er aber da schweben bleiben, wo er mit der Luft einerlei specifisches Gewicht hat.

Wenn aber ein Körper nur ein wenig specifisch schwerer ist als Wasser und er fängt erst an zu sinken, so sinkt er gewöhnlich ganz zu Grunde. Woher? — A. Wasser ist gewöhnlich oben und unten (überall) von gleichem specifischen Gewicht —. Gewöhnlich — denn Salzwasser ist schwerer als Süßwasser, und um so mehr, je salziger. Nun zieht sich das Salzige, als das Schwerere mehr nach der Tiefe. Daher ist das Salzwasser je tiefer desto schwerer. Ist die Tiefe nun beträchtlich, so kann wohl ein Körper, der nur wenig specifisch schwerer ist als das Wasser gegen die Oberfläche, leicht bis zur einer gewissen Tiefe (wo er dann dem Wasser das Gleichgewicht hält) sinken und da schweben bleiben. — Das trifft sich übrigens selten so.

§. 44.

Bewegungsmoment. Diagonal-Richtung und Kraft. Widerstand der Luft. Centralbewegung. Tangential- und Centripetalkraft. Centrifugalkraft. Centralkräfte. Ellipsenbahn. Einfluß der Schwerkraft der Erde auf den Mond.

Soll ein Körper in Bewegung gesetzt werden, so wird eine zur Ueberwindung des Beharrungsvermögens hinrei-

chende Kraft erforderlich. Die Schwerkraft bewirkt den Fall eines Steins; die Wurfkraft treibt den von einem Menschen fortgeworfenen Stein; die Kraft des Wassers oder des Windes setzt die Mühle in Bewegung; die des Pulvers die weggeschossene Kugel, die Kraft der 2, 3 oder 4 Pferde den Wagen —.

Gesetzt nun, eine Kraft setzt eine Masse von 2 *U.*, eine andere eben so große Kraft eine Masse von 10 *U.* in Bewegung; welche Masse wird sich am geschwindesten bewegen? — wie vielmal so geschwinde? — — Sollten beide Massen in eine Bewegung von gleicher Geschwindigkeit gesetzt werden, so bedürfte es für die 10 *U.* eine 5mal so große oder 5mal so viel Kraft.

Angenommen beide durch gleiche Kraft bewegte Massen stoßen in ihrer Bewegung gerade gegen eine Thür an, so wird der Stoß von 10 *U.* gegen die Thür nicht größer und nicht kleiner sein, als der von 2 *U.* Masse; denn in jenem Fall ist 5mal so viel Masse, und in diesem wieder 5mal so viel Geschwindigkeit. — Stießen aber die mit 5mal so viel Kraft bewegten 10 *U.* und die 2 *U.* mit einer dadurch bewirkten gleichen Geschwindigkeit gegen die Thür, so würde der Stoß von 10 *U.* — 5mal so groß sein.

Der Stoß, den ein in Bewegung gesetzter Körper gegen einen andern übt oder üben kann, heißt die Bewegungsgewalt oder Stärke (Bewegungsmoment).

Das sehen wir nun aus obigen Fällen:

1. Ist bei 2 sich bewegenden Körpern die Masse des 1sten Körpers so oft in der Masse des 2ten, als die Geschwindigkeit des 2ten in der Geschwindigkeit des 1sten enthalten, so sind die Bewegungsgewalten gleich groß.
2. Sind die Geschwindigkeiten dieselben, so ist die Bewegungsgewalt des einen so oft die des andern, als oft die Masse (das Gewicht) des einen die (das) des andern Körpers ist.

Wären z. B. die Massen 2er Körper einander gleich, etwa jede = 3 *U.*, und die Geschwindigkeit des einen (für 1 Secunde feste Zeit) 7 (Fuß) und des andern 42 (Fuß), wie groß wäre dann die Bewegungsgewalt? — — Also —:

3. Sind die Massen gleich, so ist die Bewegungsgewalt des einen so oft die des andern, als die Geschwindigkeit des einen die des andern enthält.

Daraus besonders aus dem 2ten und 3ten Punkt folgt wieder: die Größe der Bewegungsgewalt beruht auf der Größe der Geschwindigkeit und der Masse; so viel mal so viel Geschwindigkeit so viel mal so groß die Gewalt, und so viel mal so viel Masse wieder, so viel mal größer noch ist sie dann. Daher:

Die Bewegungsgewalt ist gleich dem Produkt aus der Zahl der Geschwindigkeit und der Zahl der Masse — also ist sie z. B.

Bei 3 *U.* Masse und 7 (Fuß) Geschwindigkeit gleich 21, und bei 3 *U.* Masse und 42 (Fuß) Geschwindigkeit = 126. Es verhält sich aber 21 zu 126 wie 7 (Fuß) zu 42 (Fuß).

Wie verhält sich demnach bei gleicher Masse die Bewegungsgewalt zweier Körper? — wie bei gleicher Geschwindigkeit? — wie, wenn beides, Masse und Geschwindigkeit verschieden sind? Antw. Hier wie die Produkte aus Geschwindigkeit und Masse, z. B. wie da, wo M = 4 und G. = 9 zu M. = 3 und G = 17? —

Wenn daher 2 Steine von gleichem Gewicht, von etwa 2 *U.*, aus verschiedenen Höhen herunterfielen, und zwar so, daß der eine in 4, der andere erst in 10 Secunden herunter käme; mit wie viel Gewalt würde jeder die Erde treffen? — Wie wäre es in dieser Rücksicht, wenn der eine von 9 *U.* in 7 Secunden, der andere von 7 *U.* in 9 Secunden herunter käme?

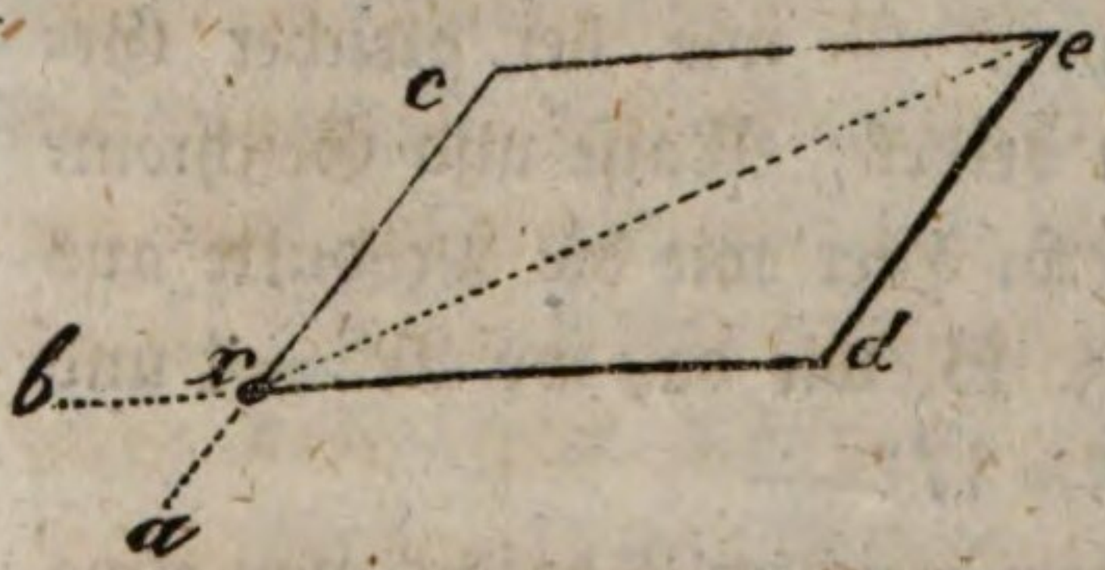
Wohin eine Kraft den Körper treibt, das ist die

Richtung der Bewegung. Der fallende Körper nimmt eine gerade Richtung gegen die Erde; eine kleine Kugel, an einem Faden befestigt, den ich mit derselben um meine Hand schwinge, eine krumme (kreisförmige) Richtung —.

Beim Fall eines Körpers wirkt nur eine einzige Kraft. Wenn ein Mann einen Wagen fortzieht, und ein anderer schiebt denselben von hinten nach, so wirken zwar 2 Kräfte, aber beide wirken doch nach einerlei Richtung auf den Wagen, so daß sie zu einer einzigen Kraft sich verbinden. Die Bewegung eines Körpers, die durch eine Kraft oder mehrere, welche nach einerlei Richtung auf denselben wirken, hervorgebracht wird, heißt eine einfache Bewegung.

Zöge ein Mensch einen Wagen vorwärts, und ein anderer zurück, so wirkten zwei Kräfte einander entgegen. Wären die Kräfte gleich, so höben sie sich auf und das gäbe Stillstand; wären sie ungleich, so — Bewegung dahin, woher die geringere Kraft wirkte. Es wäre die Differenz beider Kräfte die Kraft, welche die Bewegung bewirkte, und diese daher einfache Bewegung.

Es können auch 2 Kräfte so auf einen Körper wirken, daß die Richtungen, wohin sie einzeln denselben treiben, einen Winkel einschließen. Wir nehmen an, Kraft a treibt den Körper x nach der Richtung xc, und b treibt ihn nach xd, und zwar mit solcher Stärke, daß in derselben Zeit, in welcher a allein ihn nach c hintreibt,



b für sich allein ihn nach d würde treiben können. Nun aber wirken beide Kräfte zugleich, und es wird der Körper in eben derselben Zeit in der Richtung xe nach e getrieben. Dieses ist eine Richtung zwischen den beiden Richtungen der einfachen Bewegung, mehr aber gegen xd als gegen xc geneigt. xd ist ein längerer Weg (Raum) als xc. Also xe ist näher der Richtung der größern einfachen

Kraft, als der der kleinern. Das ist es nämlich: x nimmt die mittlere Richtung der beiden wirkenden Kräfte (nicht des Raums).

Verbindet man nun e mit c und auch mit d durch gerade Linien, so entsteht ein Parallelogramm, worin x e eine Diagonale ist.

Wenn also ein Körper von 2 nach verschiedenen Richtungen wirkenden Kräften getrieben wird, so folgt derselbe der Diagonalrichtung der beiden Kräfte. Für diese Richtung vereinigen sich beide Kräfte zu Einer Diagonalkraft. — Es ist e, wohin beide Kräfte zusammen den Körper x in derselben Zeit getrieben haben, eben so weit von der Richtung x c entfernt, als d, wohin b allein ihn in dieser Zeit getrieben hätte, und auch eben so weit von x d entfernt, als c, wohin a allein ihn getrieben haben würde. Demnach hat keine der beiden Kräfte durch ihre Vereinigung an Stärke etwas verloren. Nur nähert sich die Diagonalrichtung derjenigen von den beiden Seitenrichtungen verhältnißmäßig mehr, wohin die größere Kraft den Körper allein getrieben hätte. Jedoch würde, wenn beide Kräfte sich gleich wären, die mittlere Richtung der Kräfte zugleich die mittlere Richtung des Raumes sein, und das Parallelogramm ein gleichseitiges. Wäre der Winkel der beiden Seitenrichtungen dazu ein rechter Winkel, so wäre das Viereck zugleich ein Quadrat. — Das führt uns auf eine Art hin, wie vielleicht sich ausmitteln ließe, ob wirklich ein Körper in der Nähe der Erde die 1ste Sec. durch einen Raum von 15 Fuß fällt (wie das §. 43. vorausgesetzt worden). Angenommen nämlich, jemand habe durch hinreichende Versuche sich überzeugt, sein Feuergewehr trage, horizontal gerichtet, eine Kugel in einer Sec. 1200 Fuß. Da sei nun an einer Stelle eine hinreichend hohe vertikale Wand. Von dieser Wand 1200 Fuß entfernt, habe er sich auf eine zureichende Höhe gestellt. Da giebt er nun seinem mit einer Kugel geladenen Gewehr eine feste horizontale

Richtung gegen die Wand. Die Stelle der Wand, wohin das Gewehr zielt, macht er sich kenntlich. Wenn er dann so das Gewehr abschießt, so wirken 2 Kräfte, die Pulverkraft horizontal in 1 Sec. bis an die Wand, — die Fallkraft senkrecht und in 1 Sec. so tief als sie es vermag. Es nimmt die Kugel nun die Diagonalrichtung, und trifft die Wand so tief unterhalb der an derselben kenntlich gemachten Stelle, als sie in 1 Sec. frei fallen würde. Betrüge dies nun 15 Fuß, so würde solcher Versuch das Galilei'sche Fallgesetz bestätigen. — Indeß der englische Physiker Atwood (gest. 1807) hat viel später einen sehr sinnreichen Apparat (eine Fallmaschine) erfunden, mittelst dessen die Fallgeschwindigkeit um ein Vielfaches sich vermindern läßt, ohne daß das Verhältniß der Zunahme der Geschwindigkeit dadurch verändert wird. Dadurch wird für die Beobachtung eben so viel mal so viel Zeit gewonnen, so daß diese mit mehr Ruhe und so auch genauer angestellt werden kann. Auch ist man damit der Beobachtung von großen Höhen herab überhoben. — Diese Maschine hat Galilei's Entdeckung übrigens genügend bestätigt —.

Es können auch mehr als 2 Kräfte, jede nach besonderer Richtung, zugleich einen Körper in Bewegung setzen. Auf jeden Fall nimmt der Körper eine mittlere Richtung der Kräfte. Es werde z. B. ein Körper horizontal fortgeworfen. Er habe einen ziemlich starken Wind zur Seite. Dann triebe die Wurfkraft gerade aus, die Schwerkraft nach der Erde und der Wind seitwärts. Der Körper würde sodann zugleich nach unten, und seitwärts hin von der Wurfrichtung abgelenkt. Diese Richtung, so wie das Ziel, welches der Körper in einer bestimmten Zeit erreichen würde, ließe sich etwa so finden: Man denke sich (oder finde) erst Richtung und Ziel jeder einzelnen Kraft (a, b und c genannt), dann suche man mittlere Richtung und Ziel von a+b, und darauf mittlere Richtung und Ziel zwischen a+b und zwischen c. Dieses wird Richtung und Ziel

aller drei vereinigt wirkenden Kräfte geben. — Auf solche Art können auch 4 und mehrere Kräfte sich vereinigen. (Eine leichte Zeichnung veranschauliche das.)

Eine Bewegung nun durch mehr als eine Kraft nach einer mittlern Richtung der Kräfte hin heißt eine zusammengesetzte Bewegung.

Ein Kahn, von 2 Personen an beiden Ufern eines Kanals fortgezogen, folgt der Diagonalrichtung zweier Kräfte (welcher?) längs dem Kanal. Dasselbe bewirken 2 Personen, wovon die eine an einem Ufer geht und zieht, und die andere, welche im Kahne sitzt, verhältnißmäßig nach dem andern Ufer hin rudert. Wirkten die Kräfte gleich, so würde der Kahn in der Mitte, und wenn ungleich —, näher dem Ufer des Kanals fortbewegt, wohin die größere Kraft wirkte.

Bei Windstille bloß mit dem Strom stromabwärts, ist einfache Bewegung — bloß der Strom zieht den Kahn; — von einem Ufer zum andern über den Strom rudern, ist zusammengesetzte Bewegung; die Strömung führt in die Länge, der Ruderer lenkt von dieser Richtung ab. In der Regel kommt dann der Kahn schräge über den Strom; denn soll er quer über denselben kommen, so muß die Kraft des Ruderns die des Stromes ungewöhnlich viel übertreffen.

Ein Mensch, der während des ziemlich schnellen Fahrens seitwärts aus einem Wagen springt, nimmt die Diagonalrichtung dreier Kräfte: das Beharrungsvermögen, das hier als Fliehkraft wirkt, treibt in die Richtung des Wagens; die Sprungkraft von der Stelle, wo er den Sprung beginnt, gerade zur Seite, etwas aufwärts, und die Schwere nach unten. Wer demnach beim schnellen Reiten vom Pferde aus zur Seite gerade nach einem Gegenstand hinschießt, trifft ihn nicht, — warum nicht? —

Von der Spitze des Mastbaums fällt, während das Schiff schnell fortsegelt, ein Stück Holz herunter. Wirkte

Schwerkraft allein, so müßte das Holz, da, ehe es herunterkommt, das Schiff eine Strecke vorwärts segelt, hinter dem Schiffe niederfallen. Es fällt aber ungefähr am Mastbaum nieder, weil das Beharrungsvermögen (hier Fliehkraft) es noch in der Richtung des Schiffes forttreibt. Schwerkraft treibt nach unten, Fliehkraft horizontal; daher Diagonalrichtung. Ob diese wirklich eine gerade Richtung ist? — Wenn beide wirkenden Kräfte bis Ende dieselbe Stärke behielten, so wäre sie das. Aber wir wissen die Geschwindigkeit (also auch der Einfluß der Schwere) des fallenden Körpers wächst, und schwächt damit die Fliehkraft. Daher — je tiefer desto weniger schräge, bis zuletzt fast senkrecht, etwa wie die Zeichnung, wonach am Orte X das Stück Holz zu fallen anfängt und in Y das Verdeck des Schiffes trifft.

Wenn ich einen Stein in horizontaler Richtung fortwerfe, so wirken auf denselben zugleich 3 Kräfte: die Wurfkraft, die Schwerkraft und der Widerstand der Luft. Zwei dieser Kräfte aber haben nur auf die Richtung der Bewegung Einfluß. Die Wurfkraft führt horizontal fort, die Schwerkraft senkrecht; dagegen wirkt der Widerstand der Luft bloß schwächend und hemmend, besonders der Wurfkraft entgegen. Diese letztere wird daher auf eine zweifache Art geschwächt. Wie nämlich? — Die Schwerkraft aber gewinnt an Einfluß. Daher ist die Diagonalrichtung der Kräfte hier keine gerade, sondern eine Bogenlinie, ähnlich der des vom Mastbaum fallenden Holzes.

Ob der Widerstand der Luft groß oder klein ist, hängt, wenn die Dichtigkeit der Luft als dieselbe angesehen wird, von der Geschwindigkeit der Bewegung des Körpers (Steins) ab: je größer die Geschwindigkeit, desto größer der Widerstand der Luft. Man denke sich die Luft in gleiche Theile oder Schichten getheilt, auch eine Menge gleicher Steine

(a, b, c, d, u. s. w.), die mit verschiedener Geschwindigkeit durch die Luft geworfen oder geschossen werden. Wenn nun Stein a in Einer Secunde Eine Schicht durchfliegt, Stein b aber 2 Schichten in derselben Zeit, so findet b in jeder Schicht (weil 2 mal so geschwinde) 2 mal so viel Widerstand als a in Einer Schicht, und also in derselben Zeit (weil hier 2 Schichten) 2 mal 2 = 4 mal so viel Widerstand. Flöge Stein c aber in 1 Secunde durch 3 Luftschichten, so gäbe das (weil 3 mal so geschwinde) in jeder Schicht 3 mal so viel, d. i. zusammen 3 mal 3 = 9 mal so viel Widerstand. Auf die Art gäbe das für d, wenn er durch 4 Schichten in 1 Secunde sich bewegte, 4 mal 4 = 16 mal so viel Widerstand.

Demnach giebt die Bewegung durch 1 Luftschicht 1 mal, durch 2 Schichten 4 mal, durch 3 — 9 mal durch 4 — 16 mal so viel Widerstand, u. d. i.

Es vermehrt sich der Widerstand der Luft, wie das Quadrat der Geschwindigkeit.

Diesen Faden, woran eine Kugel hängt, will ich mit dem andern Ende an diesem Balken befestigen. Seht! die Kugel hängt senkrecht herunter, und ist in Ruhe. Fasse ich sie an und ziehe sie seitwärts in die Höhe, lasse sie nun aber los: so würde sie, wenn der Faden nicht wäre, senkrecht herunterfallen. Der Faden aber hält sie davon ab, zieht sie gar mehr nach dem Befestigungspunkt hin. Daher nimmt sie die Diagonalrichtung zwischen der Richtung der Schwere und der nach dem Befestigungspunkt hin. Wirkten, wenn der Faden senkrecht gekommen, Schwere und Ziehkraft des Fadens allein, so würden diese beiden Kräfte, weil sie nun einander gerade entgegen ziehen, sich gegenseitig aufheben, und die Kugel käme in Ruhe. Das Beharrungsvermögen (hier Schwungkraft genannt) aber wirkt entgegen. Wirkte dieses in Verbindung mit dem Zuge des Fadens allein, so würde die Kugel (wenn sonst kein Hinderniß) kreisförmig um den festen Punkt sich bewe-

gen. Nun aber bewegt sie sich aufwärts, aber nur wenig, weil die Schwerkraft die Schwungkraft bald überwunden hat. Daher fällt sie wieder zurück und nach der entgegengesetzten Seite hin, wo sie ebenfalls eine kleine Höhe erreicht, und dann zurückfällt. Das würde so hin und her fortgehen, wenn nicht die Reibung des Pendels und der Widerstand der Luft bald die Schwungkraft völlig überwänden.

Ein solcher an einem festen Punkt hängender Körper, der in Schwingung gesetzt ist, heißt Pendel. Es war hier eine Pendelbewegung. Welche Kräfte waren dabei wirksam? — befördernd? — hemmend?

Das Pendel unserer Pendeluhren wird fortgehend in Hin- und Herschwung erhalten. Das bewirkt das Triebwerk in der Uhr.

Je länger das Pendel, desto größere und damit langsamere Schwingungen macht es. Die Uhr geht dann auch langsamer.

Je stärker das Pendel im Verhältniß zur Stärke der Schwingung heruntergezogen würde, desto weniger hoch würde es an den Seiten sich heben, und daher desto kürzere und schnellere Schwingungen machen. In tiefen Thälern geht die Pendeluhr geschwinder als auf hohen Bergen. Die Schwere zieht auch wirklich der Erfahrung gemäß in jenem Fall das Pendel stärker und baldiger herunter.

Je näher den Polen unserer Erde, desto schnellere Pendelschwingungen hat man gefunden, und so den Schluß gemacht, daß man dahin dem Erdmittelpunkt näher komme, und die Erde also da etwas abgeplattet sei. Daß dieser Schluß bei der Axendrehung der Erde nicht ganz sicher, aber die Abplattung der Erde doch aus andern Gründen als ausgemacht anerkannt sei, lernen wir später einsehen. Welche Veränderung darf man nur mit der Länge des Uhrpendels vornehmem, wenn man sich dem Aequator nähert

und die Uhr dieselbe Schnelligkeit im Gange behalten soll? — Warum das? —

Wenn ich jenen Faden mit der Kugel nicht an den Balken befestige, sondern denselben in der Hand halte, und ihn um den Haltpunkt herumschleudere, so beschreibt die Kugel einen Kreis, worin der Haltpunkt der Mittelpunkt (das Centrum) ist. Der Faden zieht die Kugel zu diesem Punkt hin, die Schleuder- (Schwung-) kraft aber hält sie entfernt, und würde sie, wenn der Faden im Umschwung plötzlich abgeschnitten (und somit die Ziehkraft vernichtet) würde, in einer solchen geraden Linie fortschleudern, die mit dem Faden selbst, als dem Radius des Kreises einen rechten Winkel bildete. Diese gerade Linie würde eine Tangente des Kreises bilden.

Daher nennt man bei der Kreisbewegung eines Körpers, welche auch, weil um ein Centrum —, Centralbewegung genannt wird, die forttreibende Schleuderkraft wohl Tangentialkraft; sonst aber, weil sie zum Wegfluge vom Centrum treibt, Centrifugalkraft. Dagegen nennt man die zum Centrum hinziehende die Centripetalkraft, und beide Kräfte zusammen Centralkräfte.

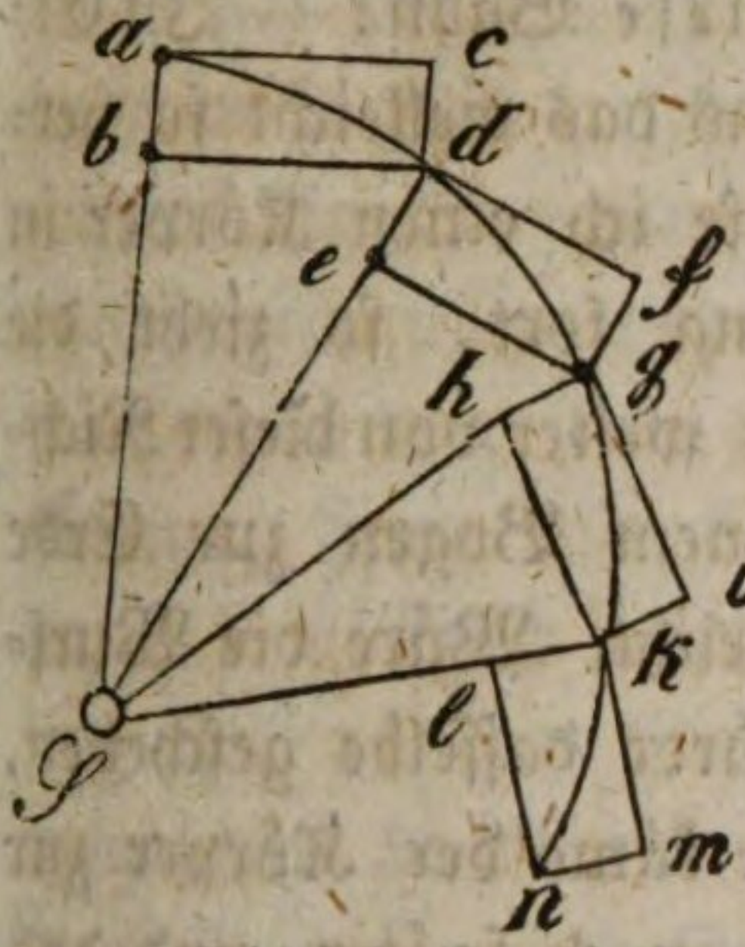
Wie bewirkt nun eine oder andere dieser Kräfte, daß man einen offenen Kessel mit Wasser beim Reifen anfassen und von unten nach oben in eine Centralbewegung setzen kann, ohne daß von dem Wasser etwas verschüttet wird? — Antw. Die Centrifugalkraft sucht das Wasser wegzuschleudern, aber, weil der Boden des Kessels das Aeußerste dieses Kreises ist, so wird das Wasser gegen den Boden getrieben; dieser jedoch verhindert das Fortfließen desselben.

Die Erde dreht sich um ihre Axe. Jeder Parallelkreis derselben wird erzeugt durch eine Centralbewegung, deren Centrum in der Erdaxe liegt. Die schnellste Bewegung macht jeder Punkt des mittelsten Parallelkreises (des Aequators der Erde), der sein Centrum gerade im Centrum

der Erde hat; denn hier soll der Punkt (gleichsam die Kugel an dem Faden) in 24 Stunden den größten Weg machen (5400 Meilen). Daher ist hier die Schwungkraft oder Centrifugalkraft am größten, aber auch vielleicht der Zug des Fadens am stärksten; denn hier ist der Radius (der Faden) des Kreises mit der Schwerkraft, die nach demselben Mittelpunkt (der Erde und des Kreises) zieht, derselbe (vereinigt). Je weiter ein Parallelkreis nach den Polen, desto geringer die Centrifugalkraft, aber desto weniger vereinigt sich auch die Schwerkraft unmittelbar mit der Ziehkraft zum Mittelpunkt des Kreises (mit der Fadenkraft). Danach scheint sich das etwas wieder zu heben. Doch lehrt die Erfahrung, daß hier die Schwere ein merkliches Uebergewicht hat, so daß es also mit der Vereinigung der Schwere und der Fadenkraft gegen den Aequator hin wohl wenig bedeutet.

Die Erde bewegt sich (wie alle Planeten) um die Sonne, der Mond um die Erde, durch die Attraction oder Gravitation der Weltkörper gegen einander (nach §. 39.). Ist das auch Centralbewegung? Antw. Die Centripetalkraft (der Faden) ist die Gravitation, die, wenn sie allein wirkte, bald die Weltkörper zum Zusammenstürzen bringen würde, und die fortbewegende Kraft, welche der Schöpfer (mit der Schwere der Weltkörper gegen einander) in dieselbe gelegt hat, ist die Centrifugalkraft, die, wenn sie allein wirkte, die Weltkörper ins Unendliche hin fortschleudern würde. Nun wirken beide Kräfte; daher der Zusammenhang regelmäßiger Entfernung. — Davon aber Näheres im Folgenden. —

Ist aber die Centralbewegung in einer krummen Linie auch Bewegung durch Diagonalkraft? Die Erde bewegt sich um die Sonne, und (wir wollen annehmen) um dieselbe als um einen Centralpunkt. Da wirken dann



2 Kräfte, Centripetalkraft (bezeichnet P) und Centrifugalkraft (bezeichnet F). In S sei nun die Sonne, in a die Erde. P sei im Stande, in einem Augenblick für sich allein a bis b zu ziehen, während F für sich allein a nach c zu treiben vermögte. Nun wirken beide Kräfte, P und F, gleichzeitig, und sie werden a in derselben Zeit nach d bringen. Im folgenden Augenblick könne P allein a von d nach e, F allein aber könne a eben so bald nach f bringen; so werden beide zusammen in solcher Zeit a nach g schaffen. Eben so im 3ten Augenblick, werden beide zusammen a von g nach k und im 4ten von k nach n schaffen, u. s. f. Das sind nun lauter Diagonalrichtungen. Wird das fortgesetzt, so läßt sich denken, daß die Erde wirklich um die Sonne herum kommt, und zwar auf einem Wege, der aus lauter gleichen Diagonalrichtungen oder Linien von Parallelogrammen zusammen gesetzt ist. Es wirken aber in der Wirklichkeit die beiden Kräfte P und F ununterbrochen (in unendlich kleinen einzelnen Zügen) auf die Erde. Daher müssen alle Diagonallinien, wie die Parallelogramme, wozu sie gehören, als unendlich klein gedacht werden. Daher ist die ganze Erdbahn eine Summe aus unendlich vielen unendlich kleinen Diagonalen von eben so vielen unendlich kleinen Parallelogrammen.

Eben so können wir nun auch uns die Bewegung des Mondes um die Erde, und die der Planeten um die Sonne als Centralbewegung durch Diagonalkraft vorstellen. Nur ist dabei zu bedenken, daß die Bahn, in welcher die Weltkörper sich um einen andern bewegen, nicht die Bahn einer Kreislinie, sondern länglich rund ist, wie nebenstehende Figur sie darstellt. Ellipse nennt man solche Figur, und die Bahn selbst Ellipsenbahn.

Woher denn diese Bahn? — In Etwas könnten wir uns das vielleicht so veranschaulichen: Werfe ich einen Körper in horizontaler Richtung fort, so zieht die Schwere ihn immer weiter von dieser Richtung ab und in einem Bogen zur Erde hin, bis er diese erreicht. Wäre die Wurfkraft größer, so würde dasselbe geschehen, doch aber erst später käme der Körper zur Erde. Noch stärkerer Wurf, und — noch später, und das so fort. Da ist es wenigstens denkbar, daß die Wurfkraft von so großer Stärke sein könnte, daß, wenn gleich Bewegung in Bogenrichtung, der Bogen doch so groß würde, daß er ganz um die Erde herumreichte. Das gäbe denn eine Bewegung, ähnlich derjenigen der Erde um die Sonne. Die Urkraft, durch die der Schöpfer die Erde in diese Bewegung setzte, gab ihr auch eine Richtung, die mit der Richtung der Centripetalkraft der Sonne einen Winkel bildete, und zwar in solcher Stärke, daß der Bogen, in welchem die Bewegung wirklich erfolgte, völlig um die Sonne herumreichte. Es sind nun 2 Kräfte, welche die Erde in Bewegung setzten (Wurfkraft und Schwere gegen die Sonne), und 2 Kräfte, welche sie in der angenommenen Bahn erhalten: die durch die Wurfkraft und Schwere wirksam gewordene Centrifugalkraft und die als Centripetalkraft fortwirkende Schwere. Diese wollen wir hier der Kürze wegen **P** und jene **F** nennen. Der erste Stoß oder Wurf (so wollen wir die Art uns denken, wie die erste Bewegung hervorgebracht wurde) gab der Erde eine gerade, von der Sonne abwärts gehende Richtung, die sich nach und nach mehr krümmte, doch so, daß die Erde sich mehr von der Sonne entfernte. Je mehr aber das geschah, desto schwächer wirkte **P**; mehr aber noch als **P**, — verlor (weil die Bewegung langsamer wurde) **F** an Stärke, so daß an einer bestimmten Stelle **P** das Uebergewicht bekam und die

Erde sich der Sonne zu nähern begann. Je näher aber, desto mehr noch gewann P an Stärke, und desto schneller wurde die Bewegung; durch welche aber F wieder noch verhältnißmäßig mehr an Stärke zunahm als P. Das eben verhinderte eine gänzliche Annäherung der Erde an die Sonne; denn bald kam sie an die Stelle, wo P wieder durch F gänzlich überwunden war, und sie also wieder anfing, sich von der Sonne mehr zu entfernen. Damit nahmen beide Kräfte, P und F, wieder ab, F mehr als P, und somit kam P an bestimmter Stelle wieder in Uebergewicht, weßhalb wieder Annäherung zur Sonne —. Auf solche Art ging und geht es mit dem Umlauf der Erde um die Sonne fort, so daß die Bahn eine Ellipsengestalt annahm und behält, und die Erde sich in ihrer Bewegung regelmäßig abwechselnd der Sonne nähert und von derselben entfernt.

Es ist genau bekannt, in welchem Verhältniß mit der Annäherung der Erde zur Sonne P und F zu-, und in welchem Verhältniß diese Kräfte mit der Entfernung wieder abnehmen. In der Figur einer solchen Ellipsenbahn sind 2 Punkte besonders zu bemerken, der eine mehr nach dem einen, der andere eben so weit nach dem andern Ende hin. Sie heißen die Brennpunkte der Ellipse. In dem einen Brennpunkte ist die Sonne. Ist die Erde gerade an dem Ende, wohin die Sonne steht, so ist sie in der Sonnennähe, — am andern Ende dagegen in der Sonnenferne. Je näher der Sonne, desto stärker zieht (wirkt) P und damit auch um so stärker F. Daraus können wir schon schließen, daß die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Fortbewegung nicht immer gleich ist.

Daß die Bewegung auf einer Ellipsenbahn durch die vereinigten beiden Kräfte P und F. eine Bewegung durch Diagonalkraft ist, sehen wir leicht ein.

Sonach sind es vornehmlich Centralkräfte, welche die Weltkörper in ihrer Verbindung mit einander erhalten, wovon wir die Gravitation, als Centripetalkraft, noch einen

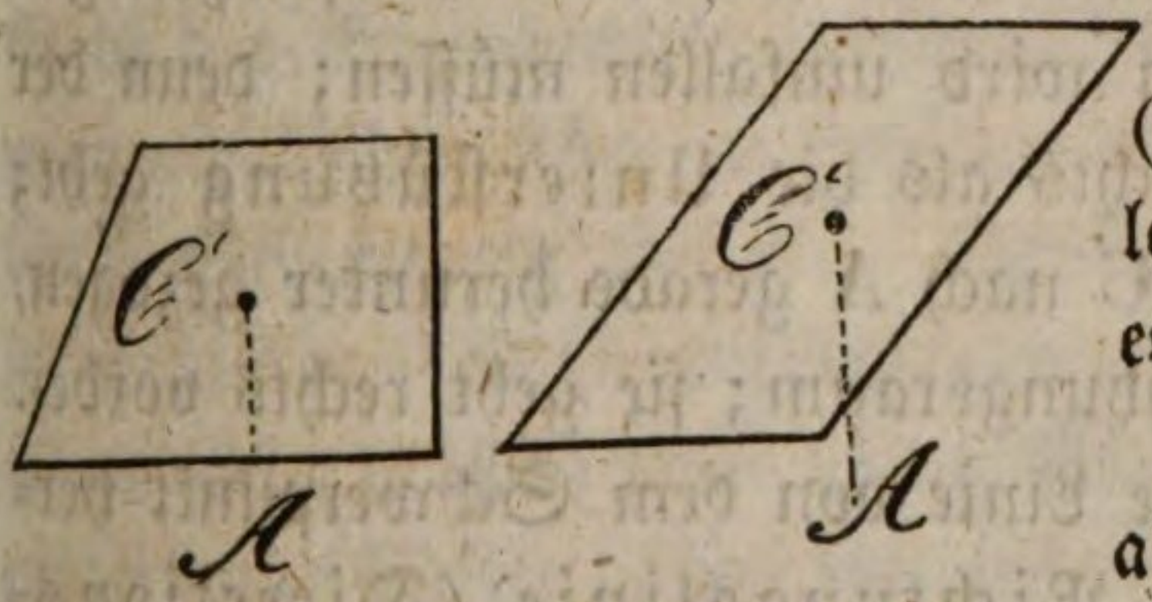
Augenblick besonders in Betracht ziehen. Die Gravitation zweier Körper wirkt gegenseitig. Daher giebt es, wie sich leicht denken läßt, zwischen 2 Weltkörpern, wie etwa Erde und Mond, eine Stelle, bis wohin von der einen Seite die Anziehung der Erde, und von der andern her die des Mondes die stärkere ist. Jener Raum könnte der Attractionsbezirk der Erde, dieser der des Mondes heißen. Gerade an der Grenze beider Bezirke wäre die Anziehung von beiden Seiten sich gleich, und sonach, wenn sonst nichts wirkte, Stillstand dessen, was sich da befände. Diese Grenze ist (nach sicherer Erforschung) ungefähr 7 Erdhalbmesser von dem Monde und 53 Erdhalbmesser von der Erde entfernt. Gesetzt nun, Mond und Erde würden ihre Centrifugal- und andere Bewegungskräfte, mit Ausnahme der Kräfte der gegenseitigen Anziehung, verlieren; alsdann würden sich diese Weltkörper einander nähern, — die Erde aber viel langsamer als der Mond, und — gerade an der Grenze der beiden Attractionsbezirke würden sie zusammenfallen.

Angenommen aber, der Mond allein verlöre seine Centrifugalkraft, so daß er allein gegen die Erde zum Fallen käme: wie viel würde er dann in der 1sten Sec. fallen? — Das findet sich so: In der Nähe der Erde fällt ja ein Körper in der 1sten Secunde 15 Fuß. Wir auf der Erdoberfläche sind 860 Meilen vom Erdmittelpunkt entfernt. Nehmen wir diese 860 Meilen (Erdhalbmesser) als 1 an, so wäre das für 860 Meilen höher = 2, und da wirkte (nach dem Gesetz für fallende Körper §. 43.) die Schwere 2 mal 2 = 4 mal schwächer, so daß da ein Fall in der 1sten Secunde nur $\frac{15}{4}$ Fuß betrüge. Noch 860 Meilen = 3, da wirkte die Schwere 3 mal 3 gleich 9 mal so wenig, also daß hier der Fall in der 1sten Secunde nur $\frac{15}{9}$ Fuß würde — daher so: Ein Körper an der Erdoberfläche fällt in der 1sten Secunde 15 Fuß, 860 Meilen höher $\frac{15}{4}$ Fuß; noch 860 Meilen höher $\frac{15}{9}$ Fuß — d. i. ein Körper fällt in der 1sten Secunde so viel mal so wenig als 15 Fuß, als

das Quadrat der Zahl beträgt, welche anzeigt, wie oft der Ort des Falls 860 Meilen oder Einen Erdhalbmesser über den Mittelpunkt der Erde erhaben ist u. s. w. Der Mond ist 60 mal 860 Meilen hoch. Daher würde dieser in der 1sten Secunde $\frac{15}{60 \times 60} = \frac{15}{3600}$ Fuß fallen. — Das wäre denn die Kraft, womit die Schwerkraft von der Erde aus auf den Mond wirkt, und das ist in der That so. Damit steht die Stärke der Schwungkraft in Verhältniß, womit der Mond das Bestreben zeigt, sich von der Erde zu entfernen.

§. 45.

Schwerpunkt. Directionslinie der Schwere. Unterstützungsraum eines Körpers. Verschiedene Folgerungen, auch mit Rücksicht auf Erde und Mond.



Das kleine Stück Holz (Fig. 1.) kann ich hinstellen, wie es da steht und es fällt nicht um.

Das Stück (Fig. 2.) aber darf ich so nicht stehen lassen. Es würde umfallen. Wie geht das zu? — Das sehen wir, letzteres steht viel schiefer als ersteres. Was aber dieser schiefe Stand für Einfluß auf das Umfallen hat? — wollen wir sehen.

Diesen Stock kann ich quer über meinen Finger legen und so lange hin- und herschieben, bis er in der Ruhe bleibt — seht! Rücke ich ihn weiter zur Rechten, so fällt er auch nach der rechten Seite, und mache ich es umgekehrt, so wird er nach der linken Seite fallen. Jetzt aber ruht der Stock, weil der Finger ihn gerade an der Stelle unterstützt, von wo aus auf jeder Seite ein gleich großes Gewicht — eine gleich große Masse — sich befindet.

Es giebt in jedem Körper einen Punkt, der nur unterstützt werden darf, und — der Körper fällt nicht. Das ist

der Punkt, von wo aus in der Richtung zur Rechten eben so viel Masse liegt, als in der Richtung zur Linken, eben so auch — in der Richtung nach vorne so viel als in der nach hinten, und in der nach oben so viel, als in der nach unten —, d. i. der Punkt, zu dem hin sich das Ganze der Masse so vereinigt, daß die Theile, die auf entgegengesetzten Seiten desselben liegen, sich einander das Gleichgewicht halten. Der Punkt heißt daher der Mittelpunkt der Schwere oder der Schwerpunkt. — Der Schwerpunkt des Stocks befand sich, als dieser auf dem Finger ruhte, gerade über dem Finger, wurde daher von demselben unterstützt.

Der Körper Fig. 1. fällt nicht um, denn der Schwerpunkt C ist gerade über der Unterstützung. Die senkrechte Linie von C nach A herunter fällt in den Unterstützungsraum. Fig. 2. dagegen wird umfallen müssen; denn der Punkt C liegt weiter rechts als die Unterstützung geht; die senkrechte Linie, von C nach A gerade herunter gezogen, fällt nicht in den Unterstützungsraum; sie geht rechts vorbei.

Eine solche senkrechte Linie von dem Schwerpunkt heruntergezogen, wird die Richtungslinie (Directionslinie) der Schwere genannt. Diese muß, wenn der Körper von unten unterstützt wird, in den Unterstützungsraum fallen.

Nun können wir auf die Frage Antwort geben: Was hat der schiefe Stand eines Körpers auf das Umfallen desselben für Einfluß? —

Der Stock liegt jetzt quer auf meinem Finger in Ruhe, und — seht! er ist auf der einen Seite nicht höher, als auf der andern. Hier ist die Unterstützung des Schwerpunktes, gerade unter dem Stock angebracht. Seht weiter! gerade über dem Schwerpunkt habe ich einen feinen Faden befestigt. Daran will ich jetzt den Stock aufhängen, und wie wir sehen, der Stock hängt auch so, daß beide Enden desselben gleiche Höhe haben. — So kann die Unterstützung

des Schwerpunktes auch über dem Körper angebracht werden. Die Directionslinie der Schwere über den Schwerpunkt hin verlängert, wird dann oben den Unterstützungsraum treffen, und auf dem Stock senkrecht stehen.

Wo ist der Schwerpunkt in einem Körper zu finden? — In einer Kugel ist ein Punkt, der von jedem Punkt der Oberfläche gleich weit entfernt ist. Das ist der Mittelpunkt des Raums, den die Kugel einnimmt. Ist der auch der Mittelpunkt der Schwere? — Wenn die Kugel als Körper überall gleich dicht wäre, so befände sich vom Mittelpunkt bis zur Oberfläche hin überall gleich viel Masse, und jener wäre zugleich auch der Schwerpunkt. Aber die überall gleiche Dichtigkeit findet sich in einem Körper wohl sehr selten. — Bei den Körpern übrigens, die überall gleich dicht, und wenigstens so weit regelmäßig gestaltet sind, daß sie in der Stereometrie entweder zu den prismatischen oder pyramidalischen Körpern gehören, läßt sich der Schwerpunkt durch Berechnung finden. Sonst indeß könnte man etwa so verfahren: Man befestige an dem Körper (der nicht zu schwer sein müßte) zwei dünne Fäden, einen oben und den andern zur Seite, hänge ihn erstens beim obern Faden auf, und ziehe von dem Befestigungspunkt des Fadens am Körper aus eine Linie senkrecht durch den Körper hin nach unten, merke aber (wo das angeht) diese Linie in dem Körper, hänge zweitens den Körper bei dem Faden zur Seite auf, ziehe da eben so eine senkrechte Linie, und merke sich auch diese in dem Körper. Beide senkrechte Linien sind Directionslinien der Schwere und gehen also beide durch den Schwerpunkt. Da zwei gerade Linien sich nur in Einem Punkt durchschneiden können, so ist der Durchschnittspunkt beider der Schwerpunkt des Körpers. — Das Schlimme dabei ist nur, daß es schwer, oft unmöglich ist, sich durch das Innere des Körpers hindurch die gezogenen Directionslinien und den Punkt, wo sie sich schneiden, zu merken.

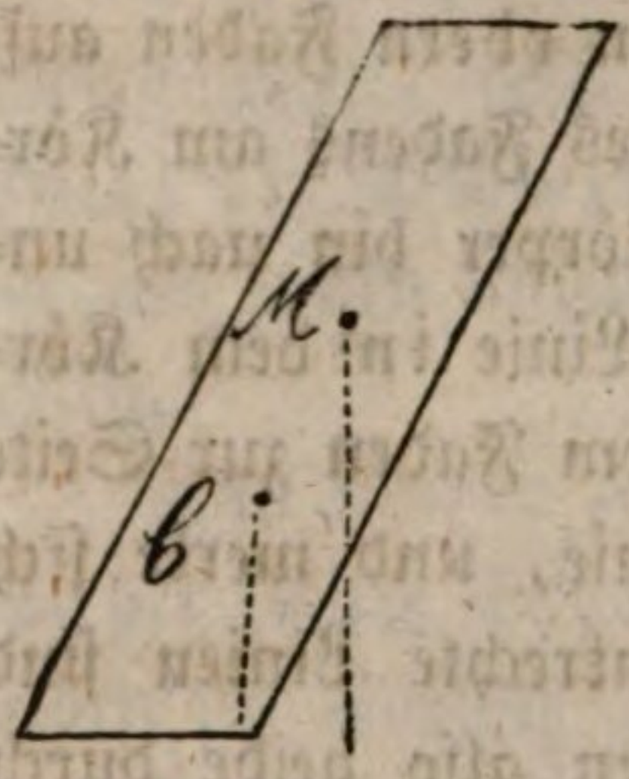
Eine Bouteille läßt sich umgekehrt so auf eine Hori-

zontalfläche hinstellen, daß sie fest steht (wo möglich, werde es versucht). Aber bei der kleinsten Verrückung wird sie umfallen. Das Umfallen geschieht lange nicht so leicht, wenn die Bouteille auf ihrem untern Theile (dem Fuße) steht. — Woher das? — Im ersten Falle ist der Unterstützungsraum nur klein, und die Directionslinie ist dessen Rande so nahe, daß die kleinste Neigung der Bouteille schon die Linie aus diesem Raum hinausbringt. Im zweiten Fall ist der Raum größer —. Daher:

Je größer der Unterstützungsraum eines Körpers in Verhältniß zu seiner Größe, desto sicherer steht er.

Deßwegen ist es so schwer, einen Stock mit einem Ende so auf den Finger zu stellen, daß er nicht umfällt. Der Unterstützungsraum ist zu klein. So geht es auch nicht, wenn man ein Ei auf seiner Spitze zum Stehen bringen will. Der Unterstützungsraum ist nur ein Punkt.

Doch ist beim Stock, wie auch bei der auf den Kopf gestellten Bouteille noch ein anderer Grund des leichten Umfallens in Betracht zu ziehen. Am Folgenden sehen wir es.



Ob in der schiefen Säule (1. Fig.) der Schwerpunkt höher oder niedriger ist, ob in M oder in C, ist nicht einerlei. Wir lassen einmal von beiden Punkten die Directionslinie der Schwere herunterfallen. Die des Punkts C bleibt innerhalb des Unterstützungsraums (wie wir sehen); die des M fällt darüber hinaus. Wenn also C der Schwerpunkt wäre, so würde die Säule so noch stehen können, und wäre es M, so würde sie umfallen. Das ist es:

Je niedriger der Schwerpunkt in einem Körper, desto sicherer steht er.

Bringen wir dieses Gesetz mit dem vorigen in Verbindung, und es heißt dann:

Je größer der Unterstützungsraum und je niedriger in Verhältniß damit und mit der Größe des Körpers der Schwerpunkt ist, desto fester steht der Körper, und umgekehrt.

Bei dem Stock, den ich auf dem Finger balancire, ist der Schwerpunkt in Vergleich mit seinem kleinen Unterstützungsraum beträchtlich hoch, und auch daher fällt er leicht um. Die Bouteille hat nach dem Fuß hin mehr Masse, als nach der Spitze. Daher liegt der Schwerpunkt weiter nach dem Fuß als nach oben, und eben deßwegen wieder liegt dieser Punkt in der umgekehrten Bouteille verhältnißmäßig sehr hoch. — Warum kann ein Thurm sehr schief (gegen die Erde geneigt) sein, ohne umzufallen? — Der Fuß kann einen verhältnißmäßig sehr großen Raum umfassen, so daß derselbe noch immer unter dem Schwerpunkte ist. Doch würde der Thurm fester stehen, wenn die Directionslinie der Grenze des Fußes weniger nahe fiele.

Hätte eine hölzerne Kugel ihren Schwerpunkt gerade im Mittelpunkt des Raums, und ich machte an einer Seite eine Oeffnung und gösse da Blei hinein, so entstände an dieser Seite mehr Gewicht, und der Schwerpunkt rückte auch weiter dahin. — Das ist auch Gesetz:

Der Schwerpunkt eines Körpers liegt am meisten nach der Seite desselben, wo er das meiste Gewicht (die größte Masse) hat, und kann dadurch, daß das Gewicht an Stellen vermehrt oder vermindert wird, nach veränderten Stellen des Körpers geleitet werden.

Der Schwerpunkt des wohlgebildeten menschlichen Körpers ist bei aufrechter Stellung in der Gegend des Nabels. Der Unterstützungsraum ist der zwischen der äußern Seite des einen und der äußern Seite des andern Fußes. Fällt dahin die Directionslinie der Schwere nicht, so kann der Mensch ohne anderweitige Stütze nicht stehen.

Sobald der Mensch einen Fuß aufhebt, so ist der

Raum, den der andere Fuß bedeckt, sein Unterstützungsraum. Damit auch dahin die Directionslinie fällt, muß der Körper sich nach der Seite dieses andern Fußes neigen.

Stelle Dich einmal mit der rechten Seite dicht und gerade an die Wand! Hebe den linken Fuß auf! — Sieh! das kannst du nicht, weil die Wand dich hindert, dich auf die rechte Seite zu neigen, um den Schwerpunkt über den rechten Fuß zu bringen.

Der Mensch, der eine Last trägt, hat mit dieser Last einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, weil er nunmehr mit derselben einen Körper zusammen ausmacht. Hat er die Last auf dem Rücken, so muß er, um nicht zu fallen, sich vorwärts-, ist die Last vorne, sich zurück-, und trägt er sie auf einer Seite, sich nach der entgegengesetzten Seite beugen. Warum dies alles? —

Wer bergan läuft, biegt sich vorwärts, weil der Unterstützungsraum nicht in der schrägen Bergfläche, sondern in der Horizontalfläche liegt, und er gegen letztere eine senkrechte Stellung in der Art gewinnen muß, daß die Directionslinie nicht nach hinten hin außerhalb des Unterstützungsraums fällt —. Geht er bergherunter, so muß er aus demselben Grunde sich zurückbiegen.

Ein kupferner Sechsling läßt sich schwer auf seinen Rand so hinstellen, daß er nicht umfällt, weil sein Unterstützungsraum nur eine quer über den Rand gehende Linie, also im Vergleich mit seiner Größe sehr klein ist. Der geringste Ruck hebt die Unterstützung schon auf. — Nun will ich ihn einmal in eine schnelle Kreiselbewegung setzen. Jeden Augenblick (das läßt sich denken) wird die Unterstützung seines Schwerpunktes aufgehoben. Doch fällt er nicht, so lange diese Umdrehung fortdauert. Woher das? — Auch zum Fallen gehört Zeit, und ehe diese Zeit vergeht, wird der Schwerpunkt durch die schnelle Bewegung vom Neuen unterstützt. — Aus demselben Grunde fällt auch der bekannte hölzerne Kreisel nicht. — Der Seiltänzer fällt nicht, weil

er durch geschickte Bewegungen (mit den ausgestreckten Armen, mit andern Theilen seines Körpers und mit der Balancirstange, die er oftmals in der Hand hält) die, freilich jeden Augenblick aufgehobene, Unterstützung des Schwerpunkts wieder herzustellen weiß.

Einen nicht zu kurzen und nicht zu leichten Stock kann man wohl auf dem Finger balanciren lassen; einen sehr kurzen Stock oder ein Rohrhalm aber nicht so leicht, — woher das? — In jenem Fall ist das Gewicht so, daß es gleich fühlbar wird, wenn der Schwerpunkt nicht unterstützt wird, so daß die Unterstützung zeitig genug angebracht werden kann. Die Länge macht, daß er, wenn er fallen will, oben einen großen Bogen macht, und daher erst so langsam herunter kommen kann, daß Zeit genug bleibt, den Schwerpunkt unter den fallenden Obertheil zu schieben.

Man kann machen, daß ein hölzerner Teller auf einer Degenspitze herumkreiselt, ohne zu fallen, weil, wenn er fallen soll, die Kraft der Schwere erst das Beharrungsvermögen (hier die Schwungkraft) des kreiselnden Tellers überwinden muß, und dazu so viel Zeit gehört, daß während derselben der Schwerpunkt hinreichend wieder unterstützt werden kann. —

Beim Gehen, Laufen, Springen, Tanzen — wird die Unterstützung des Schwerpunktes jeden Augenblick aufgehoben, und so ist immer die Gefahr des Fallens da. Aber durch Uebung hat es der Mensch so weit gebracht, daß er im Augenblick, ohne sich dessen gerade bewußt zu sein, es fühlt, wo der Schwerpunkt seines Körpers der Unterstützung bedarf, die er dann ebenfalls ohne eben zu denken: wie? gleich anzubringen weiß. Darum eben fehlt es kleinen Kindern an der Fertigkeit zu gehen; es mangelt ihnen jene Uebung und das dadurch erzeugte Gefühl, ob der Schwerpunkt unterstützt sei oder nicht, und — wie weit das?

Daraus, daß der Schwerpunkt seine Stelle verändern kann, indem bald hier, bald da das Gewicht im Körper

größer oder kleiner wird, erklärt sich auch das Kunststückchen mit dem sogenannten chinesischen Purzelmännchen. Es ist dies die Gestalt eines kleinen Männchens, gewöhnlich aus Hollundermark gemacht. Es hat Gelenke und ist inwendig hohl. In der Höhlung ist etwas Queckſilber. Das läuft leicht von einer Stelle zur andern. Dadurch aber kommt der Schwerpunkt des Männchens jeden Augenblick auf eine andere Stelle, ist also bald unterstützt, bald nicht. Ist er nicht unterstützt, so purzelt das Männchen herum, und ruht vielleicht einen Augenblick. Gleich aber fließt das Queckſilber weiter, und — das Männchen purzelt wieder — weßwegen nämlich? — Daher der Name Purzelmännchen.

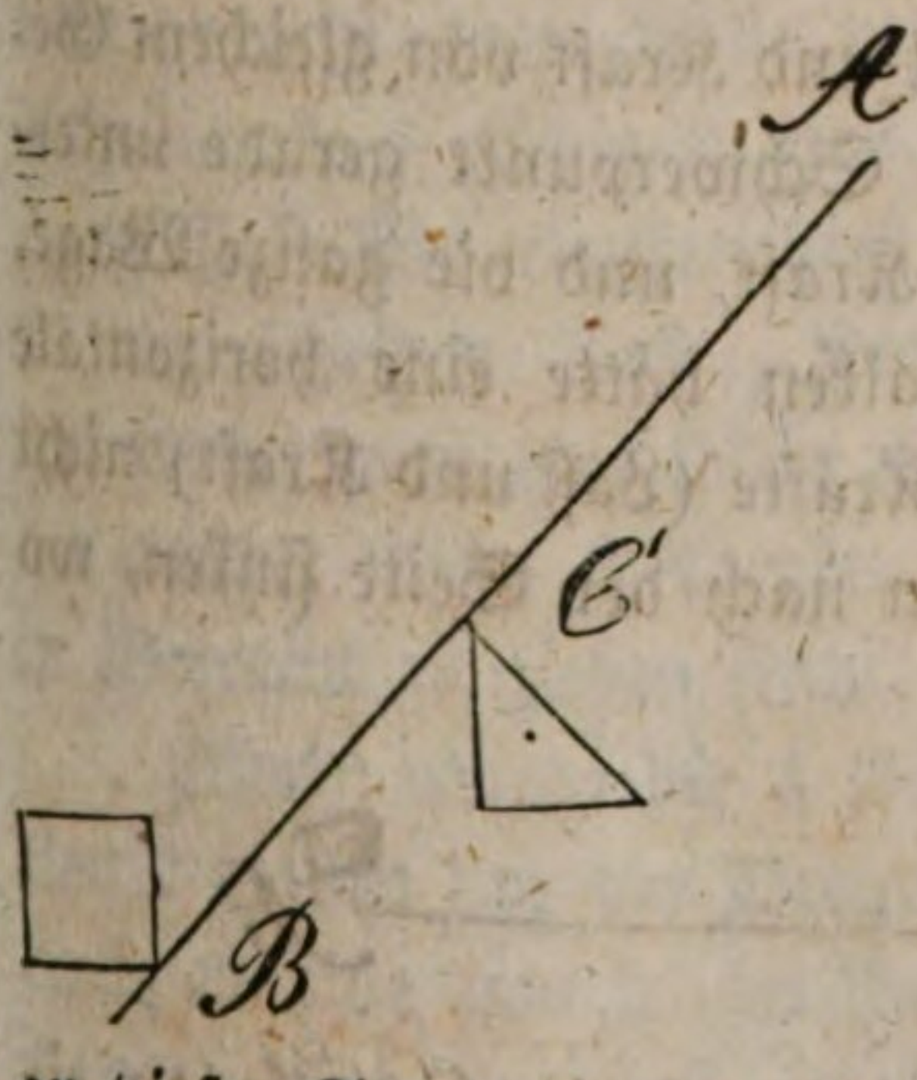
Eine Kugel rollt auf einer schiefen Ebene herunter; denn der Unterstützungsraum ist nur ein Punkt, und die Directionslinie der Schwere fällt außerhalb dieses Punktes nach der tiefern Seite der schiefen Ebene. Ist aber eine Seite der Kugel beträchtlich schwerer als die andern Stellen derselben, so liegt der Schwerpunkt nach jener Seite hin, und um so mehr, je mehr das Gewicht da verhältnißmäßig größer ist. Diese Kugel nimmt auf der schiefen Ebene gleich solche Lage an, daß die schwerere Seite unten kommt. In dieser Lage bleibt sie entweder in Ruhe, oder sie gleitet (nicht aber rollt sie) die Ebene herunter. Der Schwerpunkt liegt zu tief, als daß die Kugel zum Umfallen, d. i. hier, zum Rollen kommen könnte.

Das ist es eben, der Schwerpunkt (eigentlich die schwerste Stelle am Körper) sucht immer die unterste Stelle einzunehmen. Darum schlägt ein sonst leeres Schiff, welches hinreichend Ballast im untern Raum hat, nicht um. Ballast in den Mastbaum gehängt, würde das Gegentheil bewirken. Daher kommt es auch, daß ein Körper im Fallen immer die schwerste Seite nach unten kehrt. Ein fallender Körper, dessen Gewicht nach allen Seiten möglichst gleichmäßig vertheilt ist, kehrt sich im Fallen leicht mehrmals um.

Die Erde wird von der Sonne angezogen, und würde ohne die Centrifugalkraft gegen die Sonne fallen. So würde der Mond unter derselben Voraussetzung zur Erde fallen. Wenn ein Körper zur Erde fällt, und es ist während des Falls eine Seite desselben beständig der Erde zugekehrt, so können wir schließen: diese Seite ist die schwerere des Körpers. Der Mond hat das Bestreben zur Erde zu fallen. Er kehrt der Erde beständig dieselbe Seite zu. Daraus könnten wir wohl schließen, der Mond habe auf der der Erde zugekehrten Seite das größere Gewicht, sei da dichter als an den andern Seiten. — Wenn ein Körper (etwa eine Kugel) zur Erde fällt, und er kehrt sich im Fallen wiederholt einmal um, so können wir schließen: das Gewicht der Masse ist nach allen Seiten hin ziemlich gleichmäßig vertheilt. Die Erde, die ein Bestreben hat, gegen die Sonne zu fallen, kehrt sich auf ihrem Wege um die Sonne regelmäßig um (dreht sich um ihre Axe). Daraus könnten wir dann auch wohl schließen, die Erde sei eine Kugel, in der die Masse (das Gewicht) gleichmäßig vertheilt sei. — Ob diese Schlüsse richtig sind, lassen wir dahin gestellt sein, aber etwas sehr Natürliches haben sie auf jeden Fall (Hypothese).

§. 46.

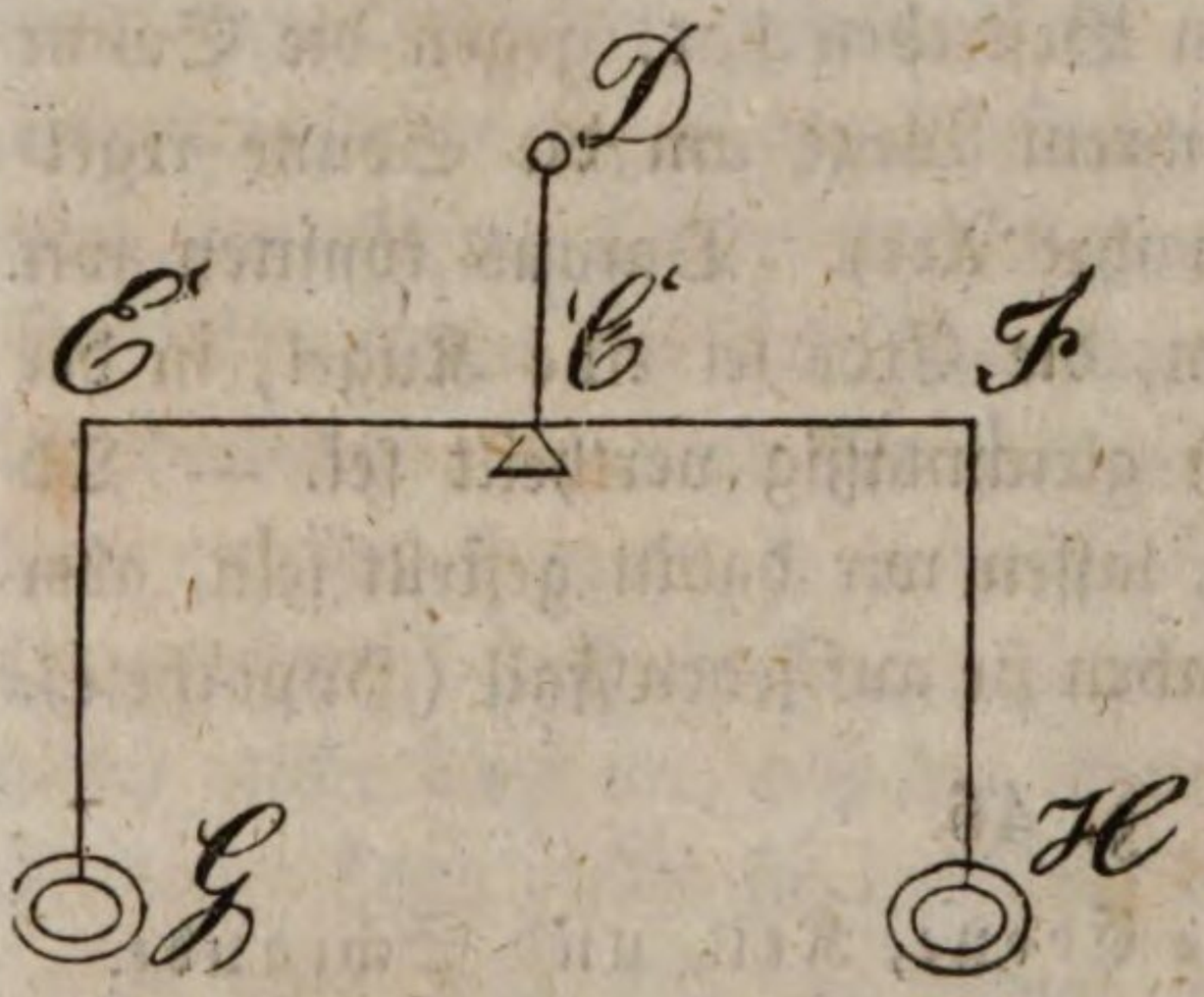
Hebel, Rolle, schiefe Ebene, Keil, und Schraube.

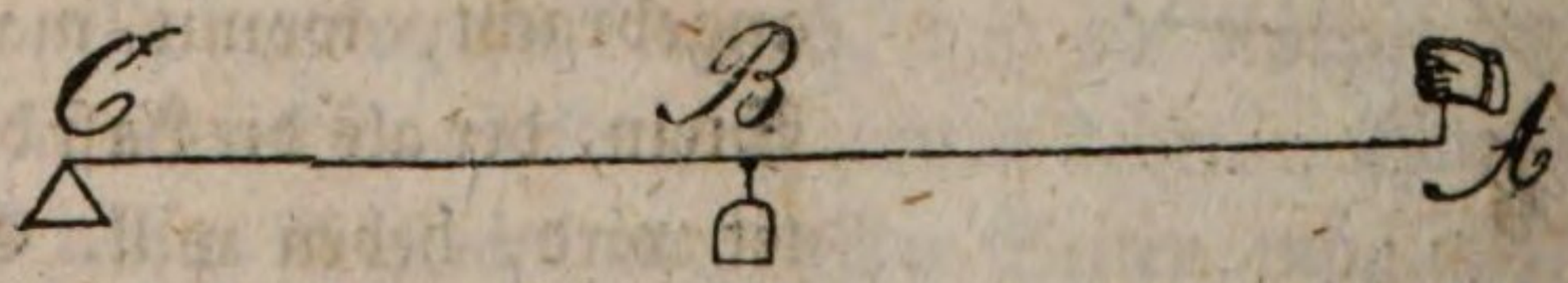


Die Linie **AB** stellt eine Stange vor, die mit dem Ende **B** unter einen schweren Stein, den man aus seiner Lage bringen will, geschoben ist. Bei **C** ist die Unterlage unter der Stange. Bei **A** wird die Kraft angebracht, womit man den Stein, der als die Last betrachtet wird, heben will. Es sind an dieser Stange demnach, wie an ähnlichen der Art, vor-

nehmlich 3 Punkte ins Auge zu fassen: Der Lastpunkt (B), der Ruhe- oder Drehpunkt (C), und der Kraftpunkt (A). Kraft und Last wirken einander entgegen; so wie die Kraft sinkt, wird die Last gehoben, und umgekehrt. Wäre die Last des Steins den man heben wollte, etwa 10 *U.*, und der Kraftpunkt von dem Drehpunkt (dem der Unterstützung) zweimal so weit entfernt, als die Last, so würde mit 5 *U.* am Kraftpunkt (mit halb so viel Kraft) die Last ins Gleichgewicht gebracht werden, so daß also Kraft und Last gleiche Höhe erhielten. Dieses lehrt die Erfahrung.—

Aehnliches bemerken wir an unsern bekannten Wageschalen. Da wäre, wie die Figur zeigt, z. B. EF die Stange (hier Wagebalken genannt); bei C, wo die Stange durch DC gehoben und unterstützt würde, der Drehpunkt. Von den Gewichten, die an E und F hängen, könnte EG als die Last, und FH als die Kraft angesehen werden. Wären nun, was hier gewöhnlich ist, die Arme (wie man die zwei Theile des Hebels an den Seiten des Drehpunkts nennt) EC und FC gleich lang, ferner auch Last und Kraft von gleichem Gewicht, daß demnach in C der Schwerpunkt gerade unterstützt würde: so wäre Last und Kraft, und die ganze Wage, im Gleichgewicht; der Wagebalken hätte eine horizontale Richtung. Wären aber beide Kräfte (Last und Kraft) nicht gleich, so müßte der Wagebalken nach der Seite sinken, wo das Gewicht größer wäre.





In dieser Figur sei der Drehpunkt in C (also an ei-

nem Ende), die zu hebende Last hange an B, und die hebende Kraft sei in A. Wäre nun die Last gleich 20 ℔. und die hebende Kraft nicht weiter vom Drehpunkt entfernt, als die Last, also gerade auch in B, so müßte, um die Last wagerecht zu halten, auch so viel Kraft angewandt werden, als die 20 ℔. an sich verlangen, um sie zu heben. Nun ist aber die Kraft in A, und das sei zweimal so weit vom Drehpunkt entfernt als B. Deßwegen kann man mit halb so viel (10 ℔.) Kraft aus, um die 20 ℔. im Gleichgewicht d. i. die Stange wagerecht zu halten.

Hier sei wieder C der Drehpunkt, A (in der Mitte) die Kraft, und B (am andern Ende) die Last; diese sei 10 ℔. Würde die Kraft bei B angewandt, so reichte so viel derselben hin, als nöthig wäre, die 10 ℔. gerade zu heben. Nun aber ist die Kraft näher bei C, und das sei halb so weit nur entfernt, als die Last. Da lehrt nun die Erfahrung, daß zweimal so viel Kraft (d. i. hier 20 ℔.) nöthig ist, um die Last wagerecht zu halten.

Es sind jetzt 4 ähnliche, aber auch in gewisser Rücksicht verschiedene Fälle angeführt. Welches ist nun das Aehnliche? — Es war eine Stange (Linie) da, die in dem einen Fall Wagebalken hieß. An derselben waren 3 Punkte zu unterscheiden: Last-, Kraft- und Drehpunkt. Einen Hebel nennt man eine solche Vorrichtung (Linie oder Stange), an welcher solche 3 Punkte (Last-, Kraft- und Drehpunkt) in Betracht zu ziehen sind.

Worin waren die 4 Fälle verschieden? — In den ersten 2 Fällen lag der Drehpunkt zwischen der Kraft und der Last; es ging von jenem Punkt ein Arm (Theil der Hebelstange) nach der Last, und ein Arm nach der Kraft hin.

Das gab einen zweiarmigen Hebel (einen Hebel der ersten Art nennt man solchen).

In den beiden andern Fällen waren Kraft und Last beide auf einer Seite des Drehpunktes; es ging somit nur Ein Arm vom Drehpunkte aus. Solcher Hebel heißt ein einarmiger Hebel, auch Hebel der zweiten Art.

Doch waren wieder die beiden einarmigen Hebel unter sich verschieden, und in etwas auch die zweiarmigen. Worin? — davon erst das:

Das 2te Beispiel des Hebels der ersten Art wollen wir zuerst etwas in Betracht ziehen. Da ist die Hebelstange als überall von gleicher Größe und Dichtigkeit anzusehen (eigentlich als eine Linie ohne Breite und Dicke). Hier ist der Drehpunkt (Unterstützung) in der Mitte, und wenn Last und Kraft gleich sind, so bleibt die horizontale Hebelstange in Ruhe, denn beides, Last und Kraft, drückt freilich nach unten; aber da eins von beiden sich heben würde, indem das andere sich senkte, so muß wohl, weil beides gleich stark nach unten drückt, Ruhe entstehen. Würde durch ein hinzugekommenes Gewicht der eine Arm sich senken und der andere sich heben, so würde doch, so bald das Hinzugekommene wegfiele, sich das Gleichgewicht und damit die Ruhe bald von selbst wieder herstellen. Ehe aber dieses —, entstände doch eine kleine Bewegung. Aber weil beide Arme gleich lang, so würden sich Kraft und Last gleich schnell bewegen. Es wäre hier sonach gleiche Geschwindigkeit und gleiches Gewicht, und somit das beiderseitige Moment der Bewegung gleich groß; — eben daher Gleichgewicht.

Im ersten Beispiel des zweiarmigen Hebels ist die Kraft doppelt so weit vom Drehpunkt entfernt als die Last. Wenn dieser Hebel um den Drehpunkt sich bewegte, so würde in gleicher Zeit der Kraftpunkt zweimal so großen Raum durchlaufen, als der Lastpunkt. Wären hier Kraft und Last sich gleich, so würde das Bewegungsmoment der Kraft (nach §. 44.) zweimal so groß sein, als das der Last,

also — kein Gleichgewicht, keine horizontale Lage der Hebelstange. Soll Gleichgewicht sein, so bedarf es (wie oben nach der Erfahrung schon behauptet) für den Kraftpunkt nur halb so viel Kraftgröße (Gewicht etwa) als für den Lastpunkt. Gesetzt, die Kraft wäre dreimal so weit entfernt, als die Last, so wäre für jene die Bewegung dreimal so geschwind, und so bedürfte es zur Hebung der Last bis zum Gleichgewicht nur ein Drittel der Kraft ($\frac{1}{3}$ des Gewichtes der Last). Demnach:

So vielmal so weit entfernt ein Punkt als der andere vom Drehpunkt ist, so vielmal so wenig Kraft bedarf es da, um das Gleichgewicht herzustellen.

Ob sich dieses Gesetz des Hebels auch in den Beispielen von Hebeln der zweiten Art bestätigt? — Wir wollen es sehen.

Wenn der Hebel, wo die Last zwischen Kraft und Drehpunkt sich befindet, in Bewegung gesetzt wird, so bekömmt die Bewegung des Kraftpunktes (weil zweimal so weit entfernt) eine doppelt so große Geschwindigkeit; woher da nur halb so viel Kraft nöthig ist. Bei dreimal so weiter Entfernung bedürfte es nur $\frac{1}{3}$ der Kraft — warum? — Wie viel denn bei 4mal so weiter Entfernung? — Also — auch dasselbe Gesetz des Hebels — der Hebelwirkung —.

Wo die Kraft zwischen Last- und Drehpunkt ist, da entsteht bei einer Bewegung des Hebels für den Lastpunkt eine zweimal so große Geschwindigkeit; da ist zweimal so viel Moment (Gewalt) der Bewegung für den Lastpunkt. Daher bedarf es, um Gleichgewicht herzustellen, beim Kraftpunkt 2mal so viel Kraft (2mal so viel Gewicht der hebenden Kraft). — In wie fern gilt auch hier dasselbe Gesetz? —

Wir wollen nun einmal, um uns kürzer ausdrücken zu können, Kraft- und Lastpunkt beide die Hebelkräfte (Kraft a — und Kraft b) nennen, und die Entfernungen durch E a — und E. b = bezeichnen. Kraft a sei z. B. 6 *U.*, Kraft b = 18 *U.*; dagegen E. a gleich 12 Fuß

und E. b = 4 Fuß, sodann ist der Hebel völlig im Gleichgewicht; denn Kraft b ist freilich 3mal so viel als Kraft a, aber dafür ist wieder E. a 3mal so viel als E. b. Was Kraft a an Gewicht abgeht, das ersetzt wieder E. a. Die Bewegungsmomente (d. i. die Produkte aus den Kräften und den Entfernungen) sind gleich, oder: es verhalten sich die Gewichte (Kräfte) umgekehrt wie die Entfernungen 6 *U.*: 18 *U.* = 4 Fuß: 12 Fuß).

Das ist Gesetz für den Hebel einer jeden Art:

Es ist Gleichgewicht, wenn sich die Kräfte (Gewichte) umgekehrt verhalten, wie die Entfernungen von dem Drehpunkte (der Unterstützung); oder: Wenn die Bewegungsmomente sich gleich sind.

Jetzt will ich einige Beispiele von hebelartigen Werkzeugen und Sachen nennen, und so wollen wir sehen, zu welcher Art der 4 angeführten Fälle jedes gehört. Um der Kürze willen nennen wir den zweigleicharmigen Hebel A, den zweiungleicharmigen B, den einarmigen mit Last zwischen Kraft und Unterstützung C, und den 4ten (welchen?) D.

Unsere Spaten gehören zu B; denn am untern Ende die Last, Stielende die Kraft, und die Unterstützung (Drehpunkt) da, wo der Spaten beim Losbrechen der Erde auf der Kante ruht; aber beim Aufheben des Spatens mit der darin aufgenommenen Last ist es die linke unterstützende Hand (je weiter diese ohne Unbequemlichkeit nach unten reicht, desto mehr Erleichterung). — Unsere Scheeren? — Auch B — in wiefern? —

Die Feuerzange? — D; denn unten die Last; wo angefaßt wird, um festzuhalten, die Kraft, und oben Drehpunkt. Wann ist die Last am leichtesten festzuhalten?

Unser Besemer oder Insener? — B; denn die Last, deren Gewicht zu ermitteln, an einem Ende, Kraft nach dem andern Ende hin, und Unterstützung dazwischen. Davon giebt es 2 Arten; entweder ist die Unterstützung beweglich, die denn nach dem einen oder andern Ende, wo

nämlich das Uebergewicht ist, geschoben wird, — oder die Kraft ist am längern Arm beweglich; dieselbe ist entweder den Drehpunkt zu nähern oder davon zu entfernen. (Diese Art wird auch Schnellwage genannt).

Eine Schiebkarre? — Diese sehen wir erst als solche an, deren Last blos aufgehoben werden soll. Da ist Drehpunkt in der Axe des Rades, Last die Karre mit dem, was darauf geladen ist, und Kraft am Ende der Schenkel, wo angefaßt wird, — also C, weil Drehpunkt an einem Ende u. s. w. — Nun soll die Karre noch fortgeschoben werden, welche Art jetzt? — Drehpunkt (Unterstützung), wo das Rad den Boden berührt (am Ende), Last das Gewicht, welches auf den Boden, also im Drehpunkt selbst, drückt in Verbindung mit der Stärke der Reibung daselbst beim Fortschieben, und die Kraft im Centrum des Rades (in der Axe), gegen welches der Schiebende seine Kraft richtet. Die Entfernung vom Drehpunkt ist der halbe Durchmesser des Rades. Demnach gehört hier die Karre zu C. Wohin gehört denn der vierräderige Wagen? — der Schleifstein? — die Radwinde? — das Spinnrad? — eine Haspel? —

Die Stubenthür? — zu C; denn Drehpunkt — die Angel, Last — Gewicht der Thür, und Kraft — wo angefaßt wird.

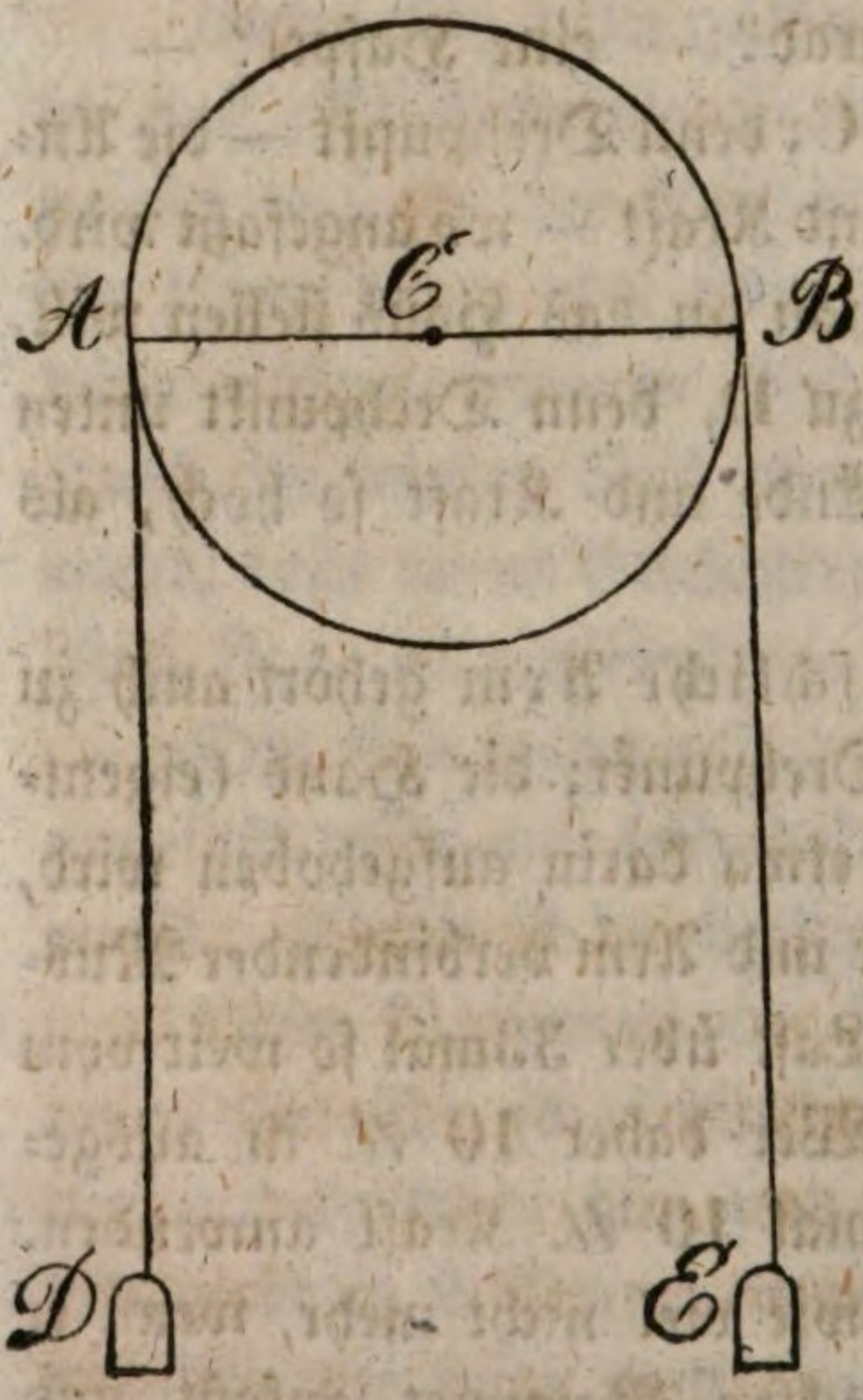
Eine lange Leiter, die man an das Haus stellen will, um hinan zu steigen — ? — zu D, denn Drehpunkt unten am Boden, Last am andern Ende und Kraft so hoch, als man mit der Hand reicht.

Der ausgestreckte menschliche Arm gehört auch zu D. In der Schulter ist der Drehpunkt; die Hand (eigentlich Fingerspitze mit dem, was etwa darin aufgehoben wird, die Last —, und ein, Schulter und Arm verbindender Muskel — die Kraft. Da ist die Last über 33mal so weit vom Drehpunkt, als die Kraft. Wer daher 10 *U.* in ausgestreckter Hand hält, muß 33mal 10 *U.* Kraft anwenden. Welch eine Muskelkraft! Aber wie viel nicht mehr, wenn er gar ein Gewehr beim aufgesteckten Bajonnet anfaßt und

damit den Arm ausstreckt! Erst am Ende des Gewehrkolbens ist da die Last.

Nach den Gesetzen der Wirksamkeit des Hebels sehen wir leicht ein, wie wir einer Seite eines im Gleichgewicht befindlichen Hebels das Uebergewicht geben können. Gehört er zu A oder B, so — auf der einen Seite die Last vergrößern oder den Arm hier verlängern, oder auf der andern Seite Arm verkürzen oder Last vermindern. Im letztern Fall wird entweder die Unterstützung entfernt oder genähert oder auch eine der Hebelkräfte. (Beisp. giebt die Schnellwage.)

Nach dem Gesetz des Hebels wirkt in manchen Verhältnissen des Lebens auch die Rolle; eine hölzerne, eiserne oder sonst metallene Scheibe, (wie ich hier in der Hand habe). Sie dreht sich leicht um eine Axe. Um den Rand derselben läuft eine Schnur in einer glatten Höhle oder Rinne. Es können Gewichte angehängt werden, welche entweder an den Seiten, oder von der Mitte herabhängen. Auch von Eisen, Messing oder anderm Metall kann die Rolle sein.

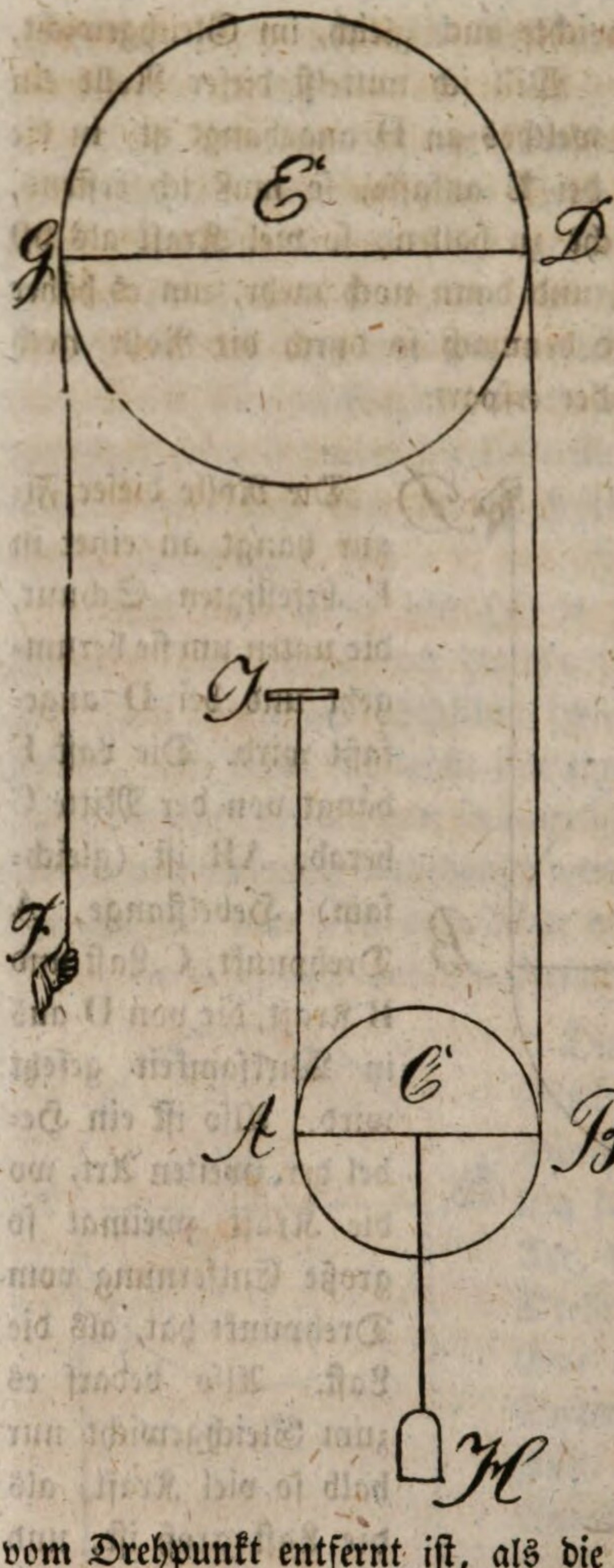


Die hier verzeichnete Figur (Rolle), die wir nach ihrem Durchmesser AB nennen wollen, kann sich um ihre befestigte Axe, deren Mittelpunkt C der Drehpunkt ist, frei bewegen. Eine Schnur, die an beiden Seiten herabhängt, ist um die Rolle geschlagen. An beiden Enden der Schnur hangen die 2 gleichen Gewichte D und E. Sehen wir nun AB als Hebelstange an, so ergiebt sich, daß diese Rolle als gleicharmiger Hebel der ersten Art

wirkt, und, weil die Gewichte auch gleich, im Gleichgewicht, also in Ruhe sein wird. Will ich mittelst dieser Rolle ein Gewicht (etwa 50 *U.*), welches an **D** angehängt ist, in die Höhe ziehen, indem ich bei **E** anfasse, so muß ich erstens, um nur das Gleichgewicht zu halten, so viel Kraft als 50 *U.* betragen, anwenden, und dann noch mehr, um es höher zu bringen. — Es wird demnach so durch die Rolle noch keine Kraft gewonnen oder erspart.

D Die Rolle dieser Figur hängt an einer in **E** befestigten Schnur, die unten um sie herumgeht und bei **D** angefaßt wird. Die Last **F** hängt von der Mitte **C** herab. **AB** ist (gleichsam) Hebelstange, **A** Drehpunkt, **C** Last und **B** Kraft, die von **D** aus in Wirksamkeit gesetzt wird. Also ist ein Hebel der zweiten Art, wo die Kraft zweimal so große Entfernung vom Drehpunkt hat, als die Last. Also bedarf es zum Gleichgewicht nur halb so viel Kraft, als die Last groß ist, und zum Höherheben etwas mehr. — In dieser Weise bringt die Rolle Krafterſparung.

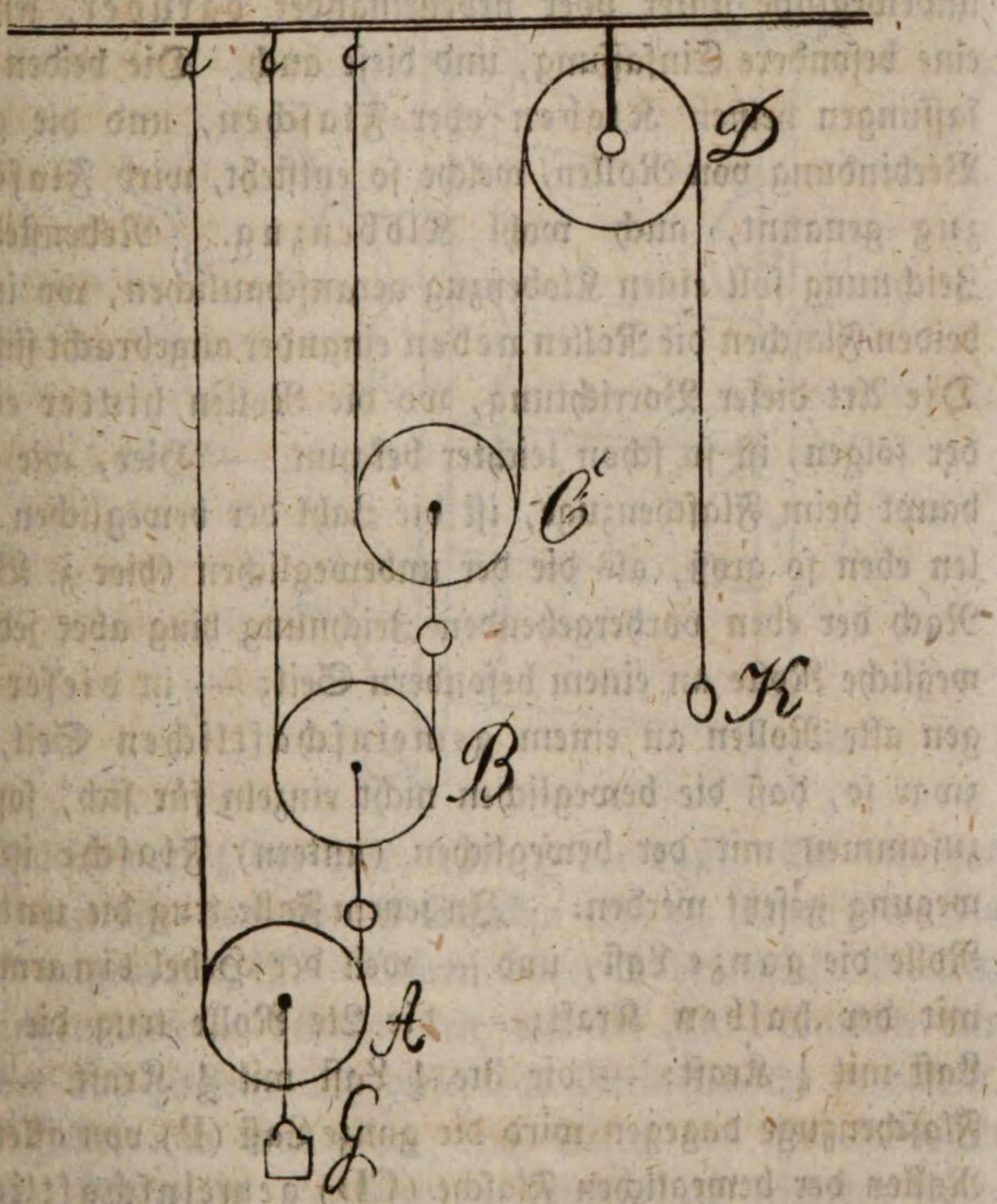
Daß es aber unbequem ist, da oben bei **D** in die Höhe zu heben, scheint einleuchtend zu sein. Daher richtet man die Sache wohl so ein, wie die nebenstehende Figur



es veranschaulicht. Die kleine Rolle, deren Durchmesser AB —, ist die krafterſparende Rolle, als Hebel der zweiten Art: A der Drehpunkt, an C die Last (hangend) und B die Kraft. Die Schnur, welche bei J befestigt ist, geht erst von unten um diese Rolle, dann von B aus in die Höhe um die Rolle GD, die als gleicharmiger Hebel keine Kraft nimmt, aber auch keine erspart, dennoch, weil die Hand F nur herunter, nicht in die Höhe ziehen darf, das Heben des Gewichtes H an C erleichtert. Daß mit der halben Kraft des Gewichtes H das Gleichgewicht erhalten werden kann, folgt, weil im Hebel AB die Kraft zweimal so weit vom Drehpunkt entfernt ist, als die Last. Daher ist zum Höherheben nur wenig Anstrengung mehr erforderlich. Solche und ähnliche Einrichtung hat man auf den Schiffen, wo oft große Lasten hinein zu heben sind.

Daß die untere (ersparende) Rolle mit in die Höhe gezogen wird, ist ersichtlich. Daher wollen wir sie die be-

wegliche, und die andere, die blos leitend zu Hülfe kömmt und nur um ihre Axe sich dreht, die unbewegliche Rolle nennen. — Diese eine bewegliche Rolle giebt eine Ersparung der halben Kraft. Könnte es nun so eingerichtet werden, daß, indem diese ihre Last hebt, eine 2te bewegliche Rolle jene erste nebst der Last, eine 3te die 2te nebst der 1sten und der Last — höbe: so würde durch die 2te die halbe Kraft wieder um die Hälfte vermindert, und durch die 3te Rolle das übrige Viertel der Kraft noch um die Hälfte, so daß also nur eine Kraft, gleich $\frac{1}{8}$ des Gewichts, erforderlich wäre, diesem das Gleichgewicht zu halten, und nur wenig mehr, um es zu heben. Mit einer 4ten

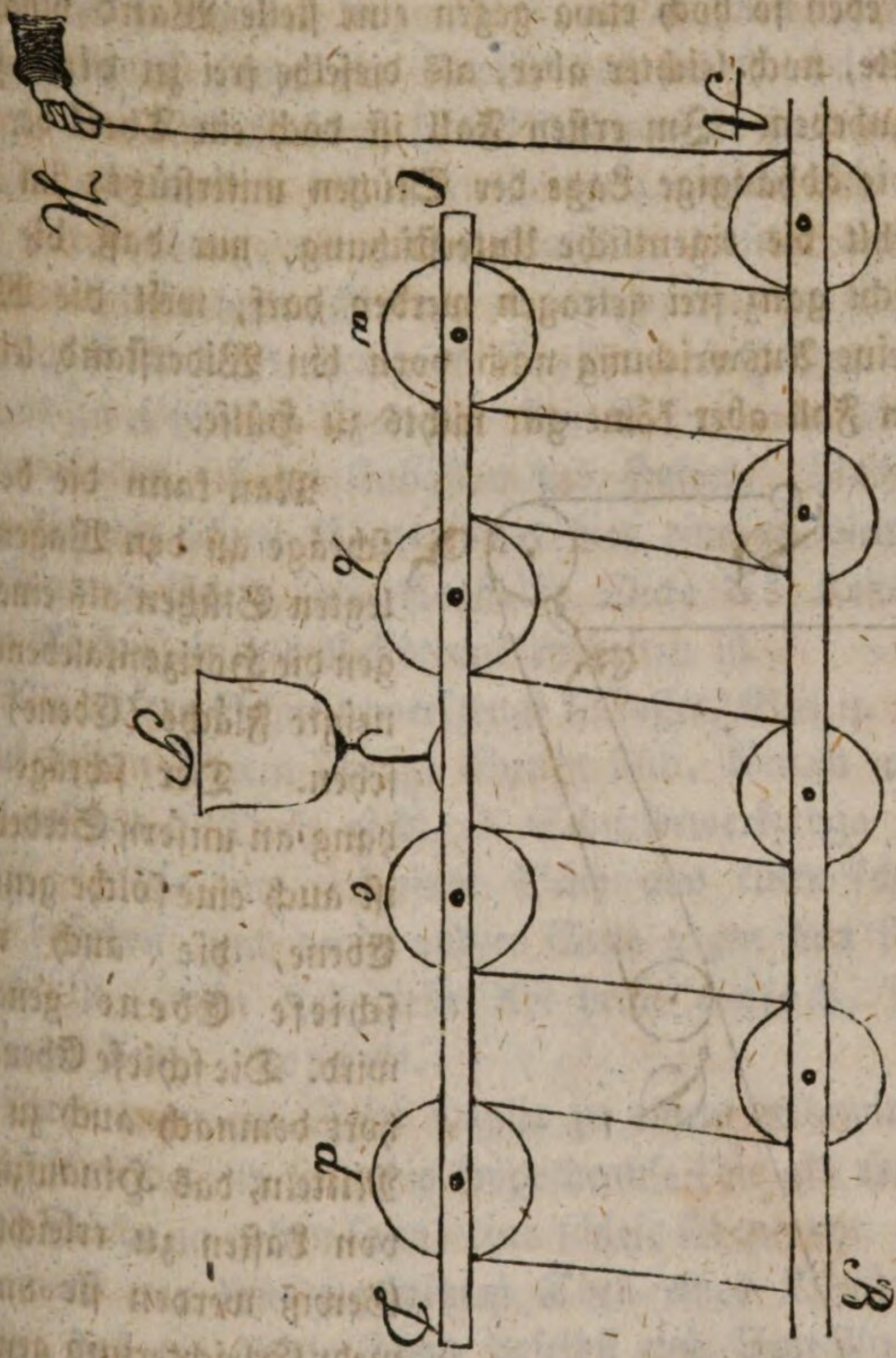


Rolle würde man die erforderliche Kraft auf $\frac{1}{16}$ vermindern u. s. f. Man könnte für den letzten Fall, wenn z. B. eine Last von

160 ℔. zu heben wäre, an das Ende der Schnur, wo die Ziehkraft anzubringen wäre, 10 ℔. hängen, und das Gleichgewicht wäre da; ein wenig Kraft sonst angewandt, und die Last würde gehoben. Beistehende Figur veranschaulicht einen so zusammengesetzten Hebel. Hier sind 3 bewegliche Rollen: A, B, C, wovon jede an einem besondern Seil hängt, und eine unbewegliche D. Wäre das Gewicht G 96 ℔., so dürften bei der Kraft K nur 12 ℔. aufgehängt, und dann ein wenig nachgezogen werden, um die Last zu heben.

Man bringt aber auch die beweglichen Rollen entweder unter oder neben einander an, und dann eben so viele unbewegliche unter oder nebeneinander darüber, jene in eine besondere Einfassung, und diese auch. Die beiden Einfassungen heißen Kloben oder Flaschen, und die ganze Verbindung von Rollen, welche so entsteht, wird Flaschenzug genannt, auch wohl Klobenzug. Nebenstehende Zeichnung soll einen Klobenzug veranschaulichen, wo in den beiden Flaschen die Rollen neben einander angebracht sind.— Die Art dieser Vorrichtung, wo die Rollen hinter einander folgen, ist so schon leichter bekannt. — Hier, wie überhaupt beim Flaschenzuge, ist die Zahl der beweglichen Rollen eben so groß, als die der unbeweglichen (hier z. B. 4). Nach der eben vorhergehenden Zeichnung hing aber jede bewegliche Rolle an einem besondern Seil; — in dieser hängen alle Rollen an einem gemeinschaftlichen Seil, und zwar so, daß die beweglichen nicht einzeln für sich, sondern zusammen mit der beweglichen (untern) Flasche in Bewegung gesetzt werden. — In jenem Falle trug die unterste Rolle die ganze Last, und — weil der Hebel einarmig — mit der halben Kraft; — die 2te Rolle trug die halbe Last mit $\frac{1}{4}$ Kraft; — die 3te $\frac{1}{4}$ Last mit $\frac{1}{8}$ Kraft. — Im Flaschenzuge dagegen wird die ganze Last (P) von allen (4) Rollen der beweglichen Flasche (CD) gemeinschaftlich getragen, so daß auf jede Rolle (a, b, c, d) gleichviel von dieser Last fällt, d. i. in diesem Beispiel: $\frac{1}{4}$ der Last. Um jede dieser

Rollen gehen aber 2 Stricke, wovon jeder die Hälfte der seiner Rolle zufallenden Last zu tragen hat, d. i. in diesem Fall:



die Hälfte von $\frac{1}{4}$ der Last, oder $\frac{1}{8}$ der Last. So viel hat auch derjenige von den 8 Stricken (H) zu tragen, wo die Kraft angebracht ist. Wären daher 5 bewegliche Rollen, so hingen diese an 10 Stricken, und die Kraft brauchte nur $\frac{1}{10}$ der Last zu sein, um dieser das Gleichgewicht zu halten.

Hebel und was nach dem Gesetz des Hebels wirkt (Rolle, Radwinde —) dient vornehmlich zur leichtern Fortschaffung, besonders: Hebung — von Lasten. Um indeß eine Tonne Bier auf einen Wagen zu heben, so setzt man

wohl 2 Stützen schräge an den Wagen. Daran rollt man die Tonne hinauf. Das geht leichter, als wenn man die Tonne eben so hoch etwa gegen eine steile Wand hinanrollen sollte, noch leichter aber, als dieselbe frei zu dieser Höhe hinaufzuheben. Im ersten Fall ist doch ein Theil der Last durch die abhängige Lage der Stützen unterstützt; im 2ten Fall fehlt die eigentliche Unterstützung, nur daß die Last doch nicht ganz frei getragen werden darf, weil die Wand gegen eine Ausweichung nach vorn hin Widerstand leistet; im 3ten Fall aber käme gar nichts zu Hülfe.

Man kann die beiden schräge an den Wagen gelegten Stützen als eine gegen die Horizontalebene geneigte Fläche (Ebene) ansehen. Der schräge Abhang an unsern Seedeichen ist auch eine solche geneigte Ebene, die auch wohl schiefe Ebene genannt wird. Die schiefe Ebene gehört demnach auch zu den Mitteln, das Hinaufziehen von Lasten zu erleichtern. Gewiß werden sie um so mehr Erleichterung gewähren, je mehr sie von der senkrechten Richtung abweichen und der Horizontalebene sich nähern. Da wird (das ist berechnet) der Widerstand der Last so vielmal vermindert, so vielmal die senkrechte Höhe in der Länge der schiefen Ebene

enthalten ist. — Angenommen BC sei 4mal so lang als AC, und die hinauf zu schaffende Walze D hätte ein Gewicht von 200 ℔. so würde, wenn DEF eine Schnur wäre, die um die Rolle E ginge, ein Gewicht von 50 ℔., bei F aufgehängt, den 200 ℔. schon das Gleichgewicht halten. Um nun die Last wirklich bis A zu bringen, wäre nicht mehr Kraft weiter nöthig, als man gebrauchte, dieselbe auf einer so glatten Ebene fortzuschieben, zu wälzen oder zu ziehen.

Der Keil z. B. der beim Spalten des Holzes — besteht aus zwei schiefen Ebenen. Der Widerstand, der hier zu überwinden, ist die Cohäsion des Holzes. Nach dem Gesetz für die schiefe Ebene findet hier eine so vielmalige Erleichterung Statt, als die halbe Dicke des Keils (bei seinem Rücken) in der Keilsebene enthalten ist.

Alle unsere Schneidewerkzeuge (Messer, Beil u. s. w.) die auf beiden Seiten schräge Ebenen sind, können wir als Keile ansehen. Doch giebt es Schneidewerkzeuge z. B. Meißel, — die nur auf einer Seite aus einer schiefen Ebene bestehen, und deren andere Seite gegen den Rücken senkrecht ist. Ein Keil dieser Art heißt einfach, so wie einer jener Art — doppelt.

Wenn man ein Stück Papier zu einem rechtwinkligen Dreieck schneidet, so stellt die Hypothenuse (die als eine sehr schmale Fläche ja gelten kann) eine schiefe Ebene vor. Diese kann man um den zugespitzten Theil eines Bleistifts so wickeln, daß die schiefe Ebene daselbst eine Spirallinie bildet, die einem Schraubengange ähnlich ist. Eine Schraube (welche vorgezeigt wird) ist als eine schiefe Ebene zu betrachten, die entweder um eine Walze (wie die Schraubenpresse es vorstellt) gewunden ist, oder um einen Kegel (wie bei unsern Bohrern der Fall).

Die Walzen- oder Cylinderschraube paßt in eine gebohrte Oeffnung mit einer genau dem Schraubengange entsprechenden spiralförmigen Rinne. Diese Oeffnung heißt die Schraubenmutter. (Eine solche Einrichtung ist, wo

möglich, vorzuzeigen, und besser noch ist es, wenn eine mit einem Hebel versehene Schraubenpresse —).

Durch die Schraube ist man im Stande, mit sehr geringer verhältnißmäßiger Kraft außerordentlich große Lasten in Bewegung zu setzen, z. B. ganze Gebäude — Mühlen — in die Höhe zu heben, und so die Ausbesserungen, deren sie etwa bedürfen möchten, daran vorzunehmen.

So hätten wir denn jetzt das Wichtigste von dem Hebel und dem, was hebelähnlich wirkt, (Rolle, schiefe Ebene, Keil, Schraube —) kennen gelernt. Jedes haben wir als Werkzeug erkannt, womit unter Krafterſparung Bewegung hervorgebracht wird. Ein solches Werkzeug oder solche Vorrichtung nennt man eine Maschine. Es wäre sonach das Wichtigste aus der Maschinenlehre, was wir kennen gelernt haben.

§. 47.

Gleichgewicht tropfbarer Flüssigkeiten. Hydrostatik. Erscheinungen in Bezug darauf. Quellen und deren Ursprung. Artesische Brunnen. Verschiedenheit des Quellwassers.

Wenn in einem Gefäß, einem Teich oder einem Graben das Wasser ganz ruhig steht, so finden wir die Oberfläche desselben überall gleich hoch, und zwar in horizontaler Richtung. Dieses ist auch die natürliche Richtung oder Lage der Oberfläche des Wassers und anderer tropfbarer Flüssigkeiten. Daher bedeuten auch die Namen: wasserrecht und horizontal eins und dasselbe. Wie paßt aber hier das Wort: wagerecht, welches in demselben Sinne genommen zu werden pflegt? — Das Wasser, dessen Oberfläche eine horizontale Richtung hat, ist im Gleichgewicht, wie der Wagebalken es auch ist, wenn er dieselbe Richtung hat, oder die Arme gleich hoch sind.

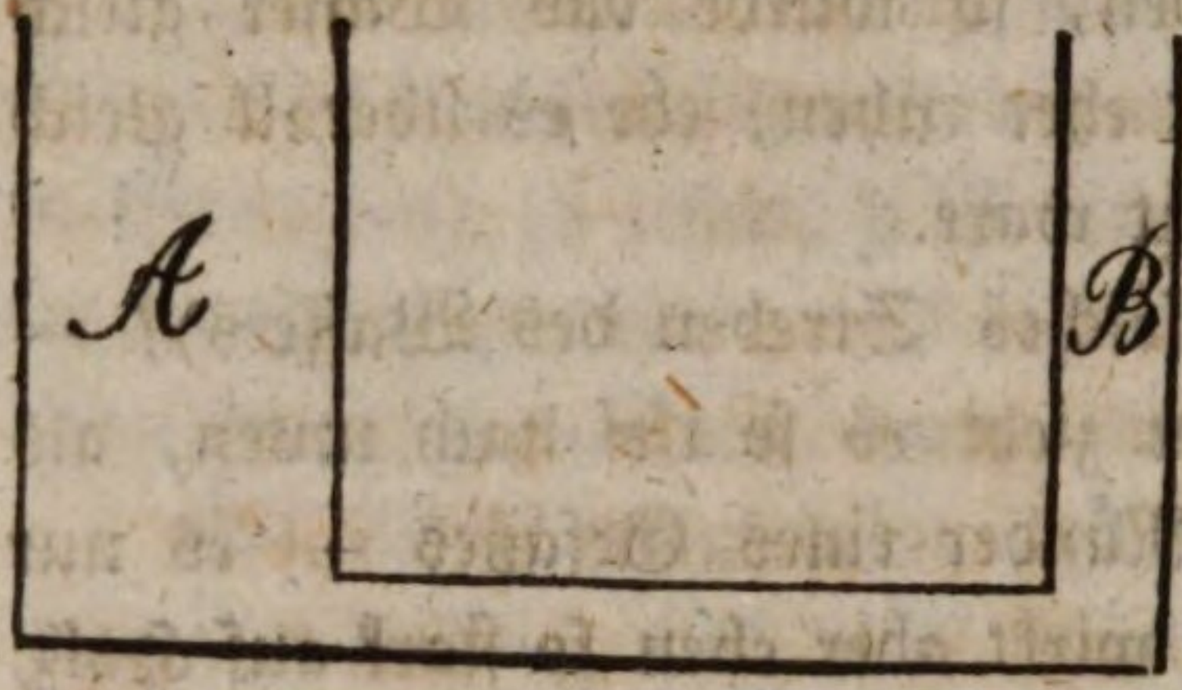
Wasser auf den Tisch gegossen, zerfließt; es hat das Bestreben, überall gleich hoch zu stehen. Wasser in einem

Gefäß würde ebenfalls zerfließen, wenn die Wände des Gefäßes das nicht verhinderten. Würde die Wand auf einmal weggenommen werden, so würde das Wasser gleich auch zerfließen, und nicht eher ruhen, ehe es überall gleich hoch oder im Gleichgewicht wäre.

(Woher kommt ein solches Streben des Wassers)? — Die Schwerkraft der Erde zieht es so tief nach unten, als die Unterlage, Wände, Ränder eines Gefäßes — es nur verstatten. Die Schwere wirkt aber eben so stark auf Holz, Stein, u. s. w., woher kömmts, daß so etwas keine horizontale Oberfläche annimmt? — Wasser als tropfbare Flüssigkeit, hat nur eine sehr geringe (unmerkliche) Cohäsion seiner Theile; Holz als fester Körper aber so viele, daß selbige durch die Schwere nicht überwunden und das Holz daher auch nicht zu einer ebenen Oberfläche herabgezogen werden kann. — Wassertropfen sind in ihrer natürlichen Gestalt kugelförmig, und das um so mehr, je kleiner sie sind. Nun können wir einen gewöhnlichen Wassertropfen halbiren, und die Hälfte wird eine Kugel; diese Hälfte wieder theilen, und wieder ist jeder Theil ein Tropfen, und das können wir (in Gedanken wenigstens) sehr weit fortsetzen, und sonach uns denken, das Wasser bestehe aus lauter unendlich kleinen Tröpfchen oder Kugeln. Eine Kugel berührt eine jede andere Kugel nur in einem einzigen Punkte. Das Zusammenhalten der Körper ist aber um so geringer, in je weniger Punkten sie sich berühren. Daher muß wohl der Zusammenhang (Cohäsion) tropfbarer Flüssigkeiten ganz unbedeutend sein, so daß selbiger bei diesen der Schwere fast gar keinen Widerstand leisten kann, wie das doch bei festen Körpern der Fall ist. Gesetzt auch, es entstehe an einer Stelle der Oberfläche des Wassers eine Erhöhung. Sobald die Ursache davon entfernt ist, so werden gleich die Wasserkügelchen wieder herabfließen oder rollen.

Denken wir uns nun einmal ein Gefäß, welches aus zwei Röhren, einer engern und einer weitern, besteht, die

unten mit einander zusammenhängen, (Communications-Gefäß oder Röhren) und wir gießen Wasser in die engere



Röhre, hier in B, so verbreitet sich das Wasser durch den untern Verbindungskanal gleich auch in die Röhre A, und es kömmt nicht eher in Ruhe, ehe es in beiden Röhren oder Schenkeln gleich hoch steht. Nun nehme ich an, der Durchmesser der Röhre A sei dreimal so groß, als der von B; alsdann enthielte, bei gleich hohem Wasserstande A neunmal so viel Wasser, als B; mithin hätte die Wassersäule in A auch neunmal so viel Gewicht oder Druck, als die in B. Wie kann das denn Gleichgewicht des Wassers heißen? — Wie kann B das Wasser A mit seinem Wasser zu gleicher Höhe hinaufdrücken? — Es wirkt die Schwerkraft der Erde (nach §. 43.) auf jeden einzelnen Punkt des Wassers (auf jeden einzelnen kleinsten Tropfen) gleich stark. Denken wir uns, jede der Wassersäulen in den beiden Röhren bestehe aus so vielen Wasserkugel- oder Wassertropfsäulen, als jede Wasseroberfläche Kügelchen neben einander hat, so drückten auch alle einzelne Tropfensäulen gleich stark auf die gleichen und gleich tief liegenden Tropfengrundflächen. Röhre A hat hier freilich neunmal so viele gleiche Säulen, als Röhre B, und so übt sie auch neunmal so viel Druck auf ihre ganze Grundfläche. Diese ist aber selbst auch neunmal so groß als die Grundfläche von B, und daher wird der 9mal so starke Druck auch auf 9mal so viel Raum vertheilt, so daß der Druck auf die einzelnen Theile wieder ganz derselbe wird. — Daraus folgt schon, daß Säule A der Säule B keinen größern Widerstand leistet, als womit diese gegen jene drückt, weil nicht A mit seiner ganzen Masse, sondern mit einem verhältnißmäßigen Theil, B entgegenwirkt. Daraus können wir schließen: Tropfbare Flüssigkeiten drücken

nicht nach dem Verhältniß ihrer Gesammtmasse, sondern gleichmäßig nach der Zahl der gleichen Theile, woraus die Grundfläche besteht (nach der Größe der Grundfläche). Das ist mit festen Körpern anders: wegen der Cohäsion drückt da allemal die ganze Masse eines Körpers auf den andern. Wenn der feste Körper auch nur eine Nadelspitze zur Unterlage hätte, so hätte diese die ganze Masse zu tragen; dagegen von einer noch so großen Wassermasse nur eine Säule, deren Grundfläche nicht größer wäre, als die Nadelspitze selbst.

In einer Tropfensäule drückt der obere 1ste Tropfen mit seinem Gewicht auf den 2ten Tropfen, und diese 2 drücken zusammen auf den 3ten, 1, 2 und 3 zusammen auf den 4ten, und so die ganze Summe aller obern Tropfen auf die darunter folgenden. Sonach ist der Druck um so stärker, je tiefer unter dem Wasser. Dieses komme also noch zu jenem Gesetz hinzu:

Der Druck tropfbarer Flüssigkeiten richtet sich nach der Entfernung vom Wasserspiegel (Oberfläche).

Jeder untere Tropfen würde von dem oder den obern zur Seite gedrängt werden, weil er ja rund ist, wenn er daran nicht entweder durch die Nebelsäule oder die Wand des Gefäßes gehindert würde. Er drückt daher mit der Stärke gegen die Wand oder die Nebensäule, womit er von der Tropfensäule gedrückt wird, die er zu tragen hat. Mit dieser Stärke drückt er rechts und links, nach vorn und hinten — nach allen Seitenrichtungen. (Mit derselben Stärke drückt er ja aber, wie eben erkannt, auch auf das, was unter ihm ist). Die Seitentropfen, die er drückt, drücken eben so stark ihm entgegen, wenn sie nicht weichen können, aber auch eben so stark nach allen ihren andern Seitenrichtungen hin, und dieselbe Stärke des Druckes pflanzt sich fort auf alle zur Seite, oder in gleicher Tiefe liegende Tropfen. — Auf diese Art erhalten alle Tropfen in einer Röhre, die in gleicher Tiefe liegen,

(die neben einander) von den Seiten einen gleichen Druck, mag die Röhre eine enge oder eine weite sein. -- Aber auch von der Seite, wo die Wand ist? — Er drückt mit derselben Stärke gegen die Wand, und diese leistet gerade auch so viel Widerstand; denn sonst müßte entweder der Tropfen oder die Wand weichen. Aber ja auch nach unten drückt er, und eben so stark; denn die Stärke, womit er zur Seite drückt, wird ihm ja durch das Gewicht der Tropfensäule gegeben, die er trägt. Mehr aber hat ja kein Tropfen von oben her zu tragen, mag die Röhre weit oder eng sein. Das ist denn ein Wasserdruck nach demselben Gesetz, nämlich:

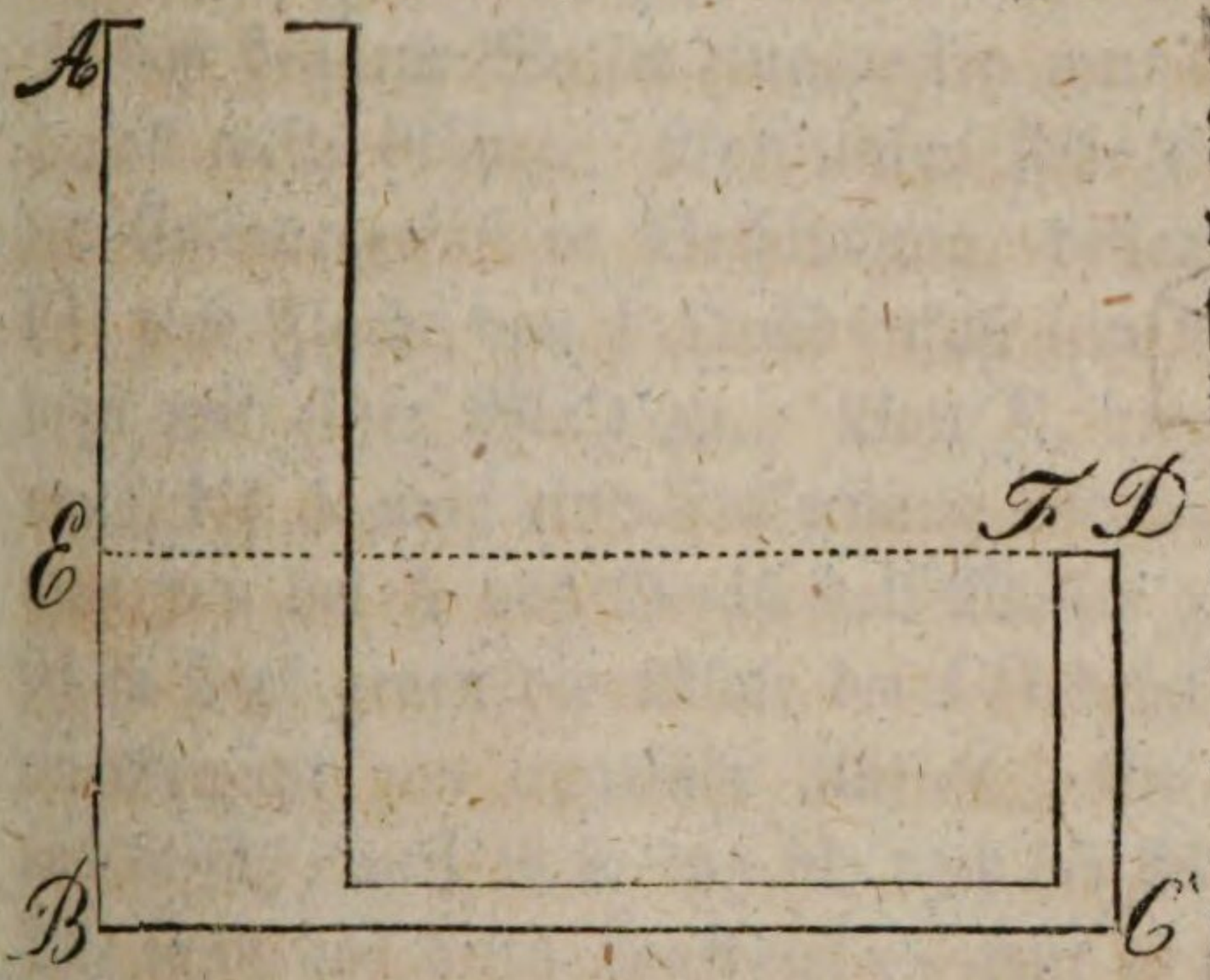
Tropfbare Flüssigkeiten richten sich in dem Drucke, den sie gegen die Seite hin üben, auch nach der Entfernung vom Wasserspiegel (nach der Höhe der Wassersäule).

Da der Druck sich auch nach der Grundfläche der Wassersäule richtet, so wird auch der Gesammtdruck danach größer, wie viel von der Seitenwand wir als ein Ganzes ansehen, wogegen der Druck geschieht, z. B. gegen 3 Quadratlinien dreimal so stark, als gegen Eine. — In diesem Fall wird der Mittelpuukt des angenommenen Theils der Seitenwand als der angesehen, dessen Entfernung vom Wasserspiegel die Höhe der drückenden Säule ist.

Gesetzt, solcher Tropfen könnte nach einer Seite hin weichen, so würde er das, und mit der Stärke, womit er von seiner Säule gedrückt wird. Mit dieser Stärke folgten seine Nebentropfen ihm nach. Fände er zuletzt zur Seite seine Bewegung gehemmt, es wäre aber oben noch Platz, so würde er, so lange er selbst noch eben so stark gedrängt würde, mit derselben Stärke dahin sich bewegen, und eben daher denn ja auch, wenn oben nicht Platz wäre, mit eben der Stärke gegen das Hinderniß (den Deckel etwa) drücken. Von oben zieht ihn aber die Schwerkraft herunter. Daher wird der Druck dahin in dem Verhältniß schwächer, in welchem der Tropfen dem obersten Punkt der Tropfensäule,

von dem der Druck ausgeht, an Höhe näher kömmt. Erreichte demnach der Tropfen diese Höhe selbst, so müßte sonach sein Druck nach oben völlig aufhören. Daraus folgt denn aber wieder, daß in zwei oder mehrern solcher Röhren, die, wie in obiger Figur, unten mit einander verbunden sind, das Wasser gleiche Höhe zu haben strebt, und erst, wenn das —, im Gleichgewicht ist.

Wäre nun eine der so verbundenen Röhren nicht so hoch, als die andere, und oben verschlossen, in die höhere Röhre aber würde so viel Wasser gegossen, als da Platz hätte, wie diese Figur zeigt: so würde das Wasser gegen den Deckel bei D mit der Stärke drücken, womit eine Wassersäule von der Höhe von A bis E auf eine Unterlage drückt, deren Oberfläche der bei FD gleich ist.



Wenn nun in die Oberfläche FD plötzlich eine kleine Oeffnung entstände, so würde ein Wasserstrahl hervorspringen beinahe bis zur Höhe von A, nicht völlig, weil eine Reibung an den Rändern der Oeffnung und die Luft — Widerstand leisten. Letzteres lehrt die Erfahrung wirklich, und kann durch Versuche leicht gezeigt werden. Sonach erfolgt und bestätigt sich das Gesetz:

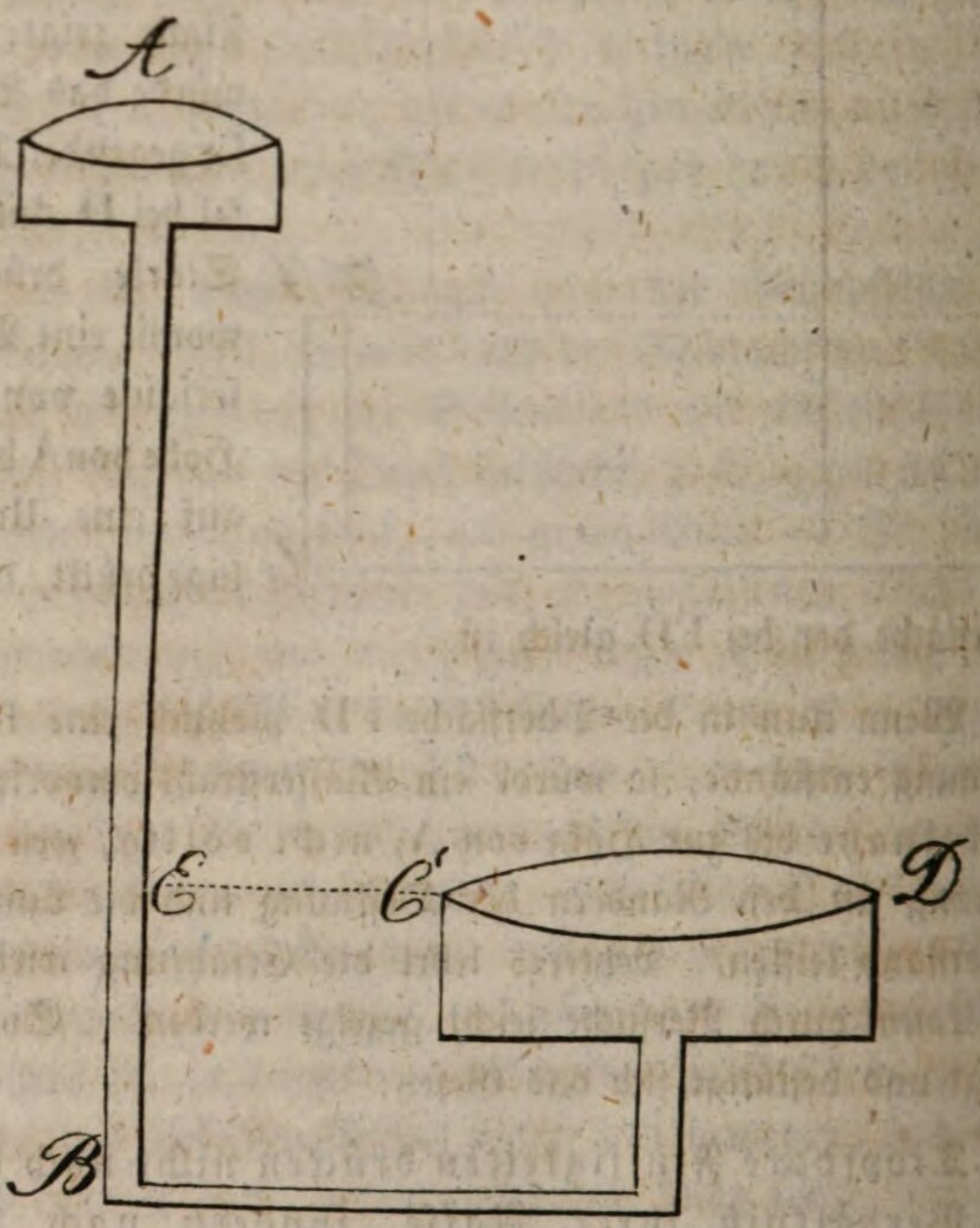
Tropfbare Flüssigkeiten drücken nicht nach dem Verhältniß ihrer Masse, sondern nach dem ihrer Höhe und Grundfläche,

mag diese als wirkliche Grundfläche am Boden (unten) oder eine Fläche zur Seite (etwa von der Wand des Gefäßes)

oder eine Fläche nach oben gehend (Höhendruck, wie FD) sein.

Daher kann dieses Gesetz bestimmt und deutlich so ausgedrückt werden:

Ein Theil (Tropfen oder größerer Theil) einer tropfbaren Flüssigkeit strebt nach unten, nach den Seiten und nach oben hin mit einer Kraft auszuweichen, welche gleich ist dem Gewicht einer Säule (dieser Flüssigkeit), deren Höhe die Entfernung von dem Spiegel, und deren Grundfläche gleich ist einer Fläche, gegen welche der Druck unmittelbar geschieht.



Dieses ist das ganze Gesetz des Druckes und Gleichgewichts tropfbarer Flüssigkeiten (mögen diese Wasser, Bier, Oel u. s. w. sein). Nach diesem Gesetz läßt sich obige

Frage in Beziehung auf den gleich hohen Stand des Waſſers in mit einander verbundenen Röhren erklären. Es heißt das hydroſtatiſche Geſetz, weil Hydroſtatik die Lehre vom Gleichgewicht tropfbarer Flüſſigkeiten bezeichnet. Dieſes Geſetz hat Robert Boyle, geb. 1626 in Irland, zuerſt gezeigt.

Jetzt wollen wir einige Erſcheinungen kennen lernen, auf die das hydroſtatiſche Geſetz angewendet werden kann, und die danach ſich erklären laſſen.

AB ſei, mit Ausnahme des obern Theiles, der ſo weit iſt, daß bequem Waſſer eingegoſſen werden kann, eine nur $\frac{1}{2}$ Zoll weite Röhre. Von unten ſtehe ſie mit einem kurzen Cylindergefäß in Verbindung, deſſen obere Oeffnung CD eine Fläche von 1 Quadratfuß ſein mag. Dieſe binde man mit einer Blaſe zu. Von E, der Höhe dieſer Oeffnung, bis A mag eine Entfernung von 5 Fuß ſein. Wenn man nun bei A das Gefäß voll Waſſer gießt, ſo wird dieſes ſo ſtark gegen die Blaſe bei CD drücken, als wäre das ein Gewicht von ungefähr 300 *ℓℓ.* So viel Waſſer wird das Gefäß, weil es ſo eng iſt, doch bei Weitem nicht faſſen. Wie kann das denn angehen? — Hier iſt Folgendes in Betracht zu ziehen: 1 Cubikfuß Waſſer wiegt ungefähr 60 *ℓℓ.* Ein Cylindergefäß, deſſen Grundfläche 1 Quadratfuß und deſſen Höhe 5 Fuß iſt, kann 5 Cubikfuß Waſſer faſſen. So viel Waſſer würde wirklich 300 *ℓℓ.* wiegen, und mit dieſem Gewichte auf die Grundfläche drücken. Nach dem hydroſtatiſchen Geſetz drücken ja Flüſſigkeiten nicht nach dem Verhältniß ihrer Maſſe, ſondern nach dem ihrer Höhe und Grundfläche (und zwar ja auch nach oben). Dieſes Verhältniß giebt eben die 300 *ℓℓ.* Druck für die Grundfläche CD aus der Höhe AE.

Es wird übrigens viel dazu gehören, daß die Blaſe einen ſolchen Druck aushält. Die Blaſe wird, wenn man langſam eingießt, ſich mehr und mehr nach oben ausdehnen, und ſo ſieht man ungefähr, wie viel es leiden kann

Der Erfinder dieses Apparats bediente sich desselben, um thierische Häute auszudehnen, und die Fasern derselben, und — wie diese verbunden, zu untersuchen. Darum giebt man demselben wohl den Namen eines anatomischen Hebers. — Würde man, indem die Blase oder Haut sehr stark gespannt ist, sie schnell mit einer Menge bei einander befestigter Nadeln durchstechen, so gäbe das so viele in die Höhe gespritzte Wasserstrahlen, als da Nadeln wären. Wie hoch würde das Wasser ungefähr emporspringen? Woher das? — Wenn man auf die Blase **CD**, ehe Wasser eingegossen würde, ein Gewicht von etwa **200** *ℓℓ.* und darüber legte, so würde dieses bald gehoben werden. Woher das? —

Bei Anlegung hydrostatischer Springbrunnen hätte man, damit der Wasserstrahl desto länger würde, eine leitende Röhre mit der nach oben gehenden Oeffnung möglichst tief unter dem Wasserspiegel anzubringen. — Doch es giebt auch Springbrunnen, welche höher liegen, als der Wasserspiegel, und da wirken denn andere Kräfte (z. B. Druck der Luft, wie bei den Feuerspritzen — auch wohl des Dampfes, wie bei den vulkanischen — den Geisern auf Island —).

Ein Gefäß, etwa **10** Fuß hoch, wird mit Wasser gefüllt. An der Wand desselben denke ich mir eine Fläche von $1\frac{1}{2}$ Quadratfuß. Die Mitte dieser Fläche ist **8** Fuß tief. Mit wie viel *ℓℓ.* wird hier gegen die $1\frac{1}{2}$ Quadratfuß gedrückt? — Mit wie viel *ℓℓ.* Gewicht würde gegen eben so viel Seitenraum, der **6** Fuß tief läge, gedrückt werden? Warum? — Mit wie viel, wenn der Raum nur **2** Fuß unter dem Wasserspiegel läge? —

Daraus läßt sich es mit erklären, warum man unsern Seedeichen, je weiter nach dem Fuße hin, eine desto größere Stärke (Dicke) zu geben sucht. — Wie das? —

Gießt man in die eine von 2 Röhren, die unten mit einander in Verbindung stehen, Oel, indem man in die andere Wasser gießt, so wird das Oel höher stehen, als das Wasser. Das kommt, weil Oel specifisch leichter ist als

Wasser, und beides sich doch nicht mit einander vermischt. Die Oelsäule muß daher höher sein, um der Wassersäule das Gleichgewicht zu halten.

Aehnliches bemerken wir, wenn in die eine Röhre Queckſilber, und in die andere Wasser kommt. Wie werden wir hier die Sache finden? —

Hier habe ich ein (cylinderartiges) Gefäß voll Wasser. Das setze ich da auf den Tisch. Es hat nur einen kleinen Fuß; doch kann es so eben stehen, ohne umzufallen. Das Wasser drückt nach je 2 entgegenstehenden Seiten so weit gleichmäßig, daß das Gefäß nach keiner Seite hin umfällt. Würde jenes nun einmal anfangen, nach einer Seite weniger stark zu drücken, so würde das Gefäß leicht umfallen, und zwar nach der entgegengesetzten Seite hin (woher das?). Gesetzt, ich machte nun hier (in der Mitte) eine Oeffnung, so daß da Wasser herausspritzte, so entstände gleich ein größerer Wasserdruck nach der andern Seite hin, und — was würde erfolgen?

Anmerk. Die Erscheinung an dem Segnerschen Kreisel erklärt sich auf dieselbe Art.

Dieses führt uns auf folgende natürliche Vorgänge auf und in der Erde:

Durch Regen und Schnee kommt das meiste Wasser auf das Land. Dieses Wasser verliert sich lange nicht alles durch Ausdünstung; viel davon zieht sich in die Erde hinein, um so mehr, je trockener, lockerer und spaltiger der Boden ist. Es dringt so tief, als es nur kommen kann. Das durchfeuchtet aber die Erde so sehr, daß, wenn man gräbt, die Oeffnung sich oft bald mit Wasser anfüllt. Das Wasser häuft sich unter der Erde manchmal so stark an, daß es, wo keine Oeffnung ist, sich eine bahnt, aus welcher es mit einiger (mehr oder weniger) Gewalt hervorbricht. Wo das geschieht, da hat man eine Quelle. Unter diesen Umständen können an vielen Stellen Quellen sich bilden. Doch giebt es deren in einigen Gegenden viele, in andern

wenige oder wohl keine. — Auf sehr hohen Bergen befindet sich oft, auf vielen fast beständig, Schnee oder Eis. Was davon aufthaut, dringt als Wasser in die Erde. Bergspitzen, besonders wenn sie felsig sind, kühlen die Luft in ihrer Nähe, und bewirken Verdichtungen der Dünste, die sich als Wasser- oder Niederschlagtropfen an sie ansetzen. Die dichter und daher schwerer gewordene Luft senkt sich dann wohl, worauf aber gleich die benachbarte Luft den Platz wieder einnimmt, welche ebenfalls abgekühlt wird, Dünste fahren läßt und sich senkt. Das kann so fortgehen. Dazu kommt, daß solche Bergspitzen oft auch von Wolken berührt werden, die von ihrer Feuchtigkeit da absetzen. Auf solche Art müssen da wohl viele Feuchtigkeiten entstehen und in die Erde dringen. Berge bewirken auch, daß sich Wolken mitunter plötzlich daselbst verdichten. Daher oft Regengüsse, Platzregen, gar Wolkenbrüche — in Gebirgsgegenden. Das alles zusammen bringt eine große Menge Wassers im Innern der Gebirge, wo es sich oft in daselbst befindlichen Höhlungen sammelt. Wo es nun nur eine Oeffnung findet oder sich machen kann, da quillt es, um sein Gleichgewicht herzustellen, hervor (bald mehr, bald weniger stark, nach der Stärke des Wasserdrucks). Woher kommt es denn nun natürlich, daß die größten und meisten Quellen in Gebirgsgegenden sich finden?

Waldungen haben das Eigene, daß sie leicht Dünste der Luft an sich ziehen und verdichten. Daher trifft man eben in waldigen Gegenden oft viele und beträchtliche Quellen an.

Es kann indeß auch das in Berge gedrungene Wasser sich eine Oeffnung bahnen, ehe es noch zum Fuß desselben kommt. Daher die Quellen in und auf den Bergen selbst, wie der sogenannte Hexenbrunnen auf dem Brocken.

Nicht selten auch fließt das Wasser unter Flüsse, Seen, das Meer — hin, und es entstehen Quellen in andern Gewässern.

Oft indeß sammelt sich Wasser in tiefen unterirdischen Behältern, welche mit Wasser auf der Erdoberfläche oder doch mit höher stehendem Wasser, in der Art, wie in Communicationsröhren, in Verbindung stehen. Wenn dann über solchen Behältern eine feste Erdmasse (etwa eine Thonschicht ꝛc.) liegt, welche der Wasserdruck nach oben hin nicht durchbrechen kann, so öffnet sich da natürlich keine Quelle. Oft gelingt es, beim Brunnengraben solche Stellen zu treffen, und der Brunnen füllt sich mit Wasser; vielmals aber kann man durch das Graben nicht tief genug kommen, und dann sucht man in neuerer Zeit durch Bohren die noch nöthige Tiefe zu gewinnen. Vielmal gelingt es, durch die harte, oft Stein-Schicht hindurch zu dringen, so daß dann Wasser genug hervortritt, wohl hervorsprudelt, und es entsteht ein künstlicher Brunnen, den man artesischen Brunnen nennt nach dem Bezirk Artois in Frankreich, von wo aus die Bohrmethode besonders bekannt geworden ist.

So tief, wie das Quellwasser unter der Erde seinen Lauf hat, dringt selten der Frost unsers Winters und die Wärme unsers Sommers. Daher ist das Quellwasser besonders im Sommer meistens kühler als anderes Wasser. Die beständige Bewegung jedoch macht vorzüglich, daß unsere Quellen selbst äußerst selten zufrieren.

Oft läuft das Wasser eine große Strecke unter der Erde weg, ehe es eine Oeffnung sich bahnt. Daher entstehen die Quellen manchmal weit von der Stelle entfernt, wo das Wasser derselben zuerst in die Erde drang. So ist es aber natürlich, daß es auf so langen Wegen unter der Erde mitunter Sachen antrifft, wovon es Theile aufzulösen im Stande ist (z. B. Salz, Vitriol, Schwefel —). Daher entstehen denn Salzquellen, wie wir bei Oldesloe eine haben, und sonstige mineralische Quellen, welche dann Gesundbrunnen heißen, wenn ihr Wasser auf die Art mit mineralischen Theilen vermischt ist, daß es, indem man es trinkt, oder sich darin badet, der Gesundheit förderlich

ist. Wer hat nicht wenigstens vom Selter- und Seidlitzer-Wasser u. s. w. gehört. Besonders betrachtet man wohl Quellen als heilkräftig, deren Wasser außerdem, daß es manche fremdartige Bestandtheile, als: Erden, Salze, Säuren u. s. w. enthält, einen gewissen Grad von Wärme von Natur besitzt, und nennt sie Heilquellen z. B. das Karlsbad in Böhmen.

Doch können auch der Gesundheit nachtheilige Bestandtheile mit dem Quellwasser sich mischen. Wenn solches Wasser auch als Bad diesen Nachtheil nicht hat, ja vielleicht als solches wohlthätig wirken kann, so schadet es doch oft als Trinkwasser. Giftquellen oder Giftbrunnen nennt man solche Quellen, die dann etwa Blei-, Vitriol-, Zinnober- oder gar Arsenikheile enthalten.

Enthalten Quellen viele aufgelöste Steintheilchen, so sind einige von der Art, daß sie hineingeworfene Sachen, von Holz unter andern, mit einer Steinkruste oder Rinde überziehen. Solche heißen überrindende Quellen. Andere können gar hineingebrachte thierische oder Pflanzenkörper nach und nach ganz in Stein verwandeln, und das so, daß sie ganz ihre Gestalt behalten; nur das Steingewicht und die Steinhärte, so daß sie gar Feuer schlagen, nehmen sie an. Das sind die versteinernden Quellen. Es ist vornehmlich Kieselerde, was diese absetzen; bei jenen ist es mehr Kalk.

Es giebt auch Quellen, deren Wasser kupferhaltig ist, und welche hineingeworfenes Eisen in Kupfer verwandeln (eiserne Nägel, Schlüssel, Gefäße —). Das Kupfer darin ist mittelst Schwefelsäure aufgelöst. Schwefelsäure ist mit Eisen mehr chemisch verwandt, als mit Kupfer. Darum löst sie die Eisentheilchen nach und nach auf und läßt an deren Stelle Kupfertheilchen fallen. In Oberungarn, nicht weit von der Stadt Neusohl, wo berühmte Kupferbergwerke sind, giebt es solche Quellen. Im Jahre 1707

gewann man 28 Centner Kupfer aus diesen; später war der Gewinn jährlich nicht 20 Centner.

In Persien und in der Gegend um das kaspische Meer giebt es Quellen, auf welchen eine kostbare, gelblich weiße, durchsichtige, harzige Materie oft schwimmend gefunden wird, welche neunmal so leicht als Wasser, schon in einiger Entfernung von einem brennenden Körper mit einer bläulichen Flamme brennt, und einen durchdringenden starken Geruch verbreitet. Das ist Naphtha. An vielen Stellen jener Gegenden schwitzt oder quillt die Naphtha aus der Erde. Daher sieht man dort Felder, die beständig unter leuchtenden Flämmchen zu brennen scheinen. Bergöl, nicht viel leichter als Wasser, auch (nur weniger leicht) entzündlich wie Naphtha, und unangenehmer riechend, findet man schwimmend auf Quellen in Italien, Frankreich, den nordamerikanischen Freistaaten. — Gehören solche Quellen, auf welchen Naphtha oder Bergöl schwimmt, auch zu den mineralischen Quellen? — Schon aus dem Grunde nicht, weil die genannten fremden Theile sich mit dem Quellwasser nicht chemisch vermischt, sondern nur mechanisch verbunden (vermengt) haben. —

Viele Mischungen, wissen wir (§. 13.), regen Wärme auf. Das unterirdische Wasser kann auch leicht solche Materien treffen, die, angefeuchtet, sich erhitzen. Dann haben wir leicht auch warme oder heiße Quellen — wie nämlich das? — Solche können aus derselben Ursache entstehen, wie die Erscheinungen der feuerspeienden Berge (Vulkane), wovon später die Rede sein wird. Grund dafür geben die heißen Quellen auf Island.

§. 48.

Bäche, Flüsse (verschiedener Art) und Ströme. Deren Bett. Gefälle der Flüsse. Wasserfall. Flußmündung. Fluß- und Stromgebiet. Sandbänke. Unterirdische Ueberbleibsel. Seen. Das Meer. Wellen. Brandungen.

Das Quellwasser häuft sich oft so sehr, daß es sich einen Weg bahnt, auf dem es abfließt. Natürlich sind es die niedrigsten Stellen, die diesen Weg bilden (warum das?). Oft sind die Stellen von Natur schon so niedrig, oft aber bahnt sich das Wasser erst den Weg durch die leichter wegzuspülende Erde (etwa Sand). Dadurch entsteht ein Bach, der sich nach der verschiedenen Richtung der geeigneten Stellen bald hier- bald dorthin fortzieht. Zuweilen ist zur Bildung eines Baches Eine Quelle hinreichend, zuweilen aber vereinigt sich das Wasser mehrerer Quellen dazu. Es giebt Quellen, die bei ihrem Ursprung schon Mühlen zu treiben im Stande sind, z. B. eine Quelle nicht weit von Erlangen.

Mehrere Bäche vereinigen sich zu Flüssen. Auf einer größern oder kleinern Strecke des Weges vereinigen sich mit einem Flusse gewöhnlich mehrere andere Flüsse oder Bäche. Dadurch wächst der Fluß an Breite, auch wohl an Tiefe, um so mehr, je länger sein Weg, und wird zuletzt Strom genannt. Auf kleinen Inseln findet man nie große Flüsse. Warum nicht? — Je mehr und größere Quellen ein Land enthält, besonders bei großer Ausdehnung des Landes, desto größere Flüsse giebt es da. Woher das? — In Amerika, wo viele Gebirge und Waldungen sind, giebt es besonders große Flüsse. Wie hängt das zusammen? —

Das Flußwasser hat sich die Vertiefung, worin es fließt, meistens selbst gegraben. Wie kann es das? — Solche Vertiefung heißt das Bett des Flusses. Wie sich

das Wasser sein Bett gräbt, das sehen wir oft nach einem starken Regen, besonders an sandigen Stellen, im Kleinen. Gemeiniglich fließt das Regenwasser dann in der Richtung einer Schlangenlinie fort. Je größer der Fall (das Gefälle) des Flusses (d. i. je größer die Abweichung der Oberfläche von der Horizontalrichtung) ist, desto schneller und reißender läuft das Wasser fort. Auch die nach Breite und Tiefe des Wassers verhältnißmäßig größere Wassermenge vermehrt die Schnelligkeit. — Man hat es auch erfahren, daß Flüsse ihr Bett verändert haben, nach Ueberschwemmungen besonders. Das kann auch wohl angehen, wenn dann die Vertiefung sich mit festem Schlamm, mit fester Erde, gar mit Felsen oder Steinen — füllt, und zur Seite lockerer Boden ist, den das Wasser leicht durchgräbt. So soll es mit einer Strecke von der Elbe im Magdeburgischen gegangen sein. Ein früheres Bett daselbst, welches jetzt trocken liegt, heißt noch die alte Elbe.

Der Grund des Flusses kann aus verschiedenen Erdarten, auch aus einem Felsen bestehen. Je weniger fest der Grund, desto tiefer kann und wird oft der Fluß sich sein Bett graben; wo aber Felsengrund ist, da geht das so nicht. Daher trifft es sich hin und wieder, daß das Wasser plötzlich von einer Höhe in eine Tiefe herunterstürzt, und so einen Wasserfall bildet. Einen bekannten Wasserfall finden wir nicht weit von Schaffhausen bei dem Dorfe und Schlosse Laufen. Da wird oberhalb der Strom 500 Schritte durch Felsen eingeengt, und er stürzt sich über Felsen in 3 Theilen, die durch Felsenspitzen geschieden werden, über 70 Fuß herunter. In einer Entfernung von 2 Meilen hört man schon, besonders bei Nachtzeit, ein donnerähnliches Geräusch. Im Kirchenstaat bildet der kleine Fluß Velino bei Terni einen Wassersturz in 3 Absätzen, wovon der unterste 200 Fuß herunterkommt. In Amerika giebt es viele sehr große Wasserfälle.

Zuweilen verliert sich ein Fluß gänzlich, und kommt

an einer andern Stelle wieder zum Vorschein, wo er seinen Lauf dann fortsetzt. In dem Fall hat er sich seinen Weg unter der Erde durch gebahnt. So verbirgt sich die Guadiana (wo die?) auf eine halbe Meile unter der Erde, und kommt dann wieder zum Vorschein. Die Rhone stürzt sich unterhalb Genf in einen Schlund, so daß die Felsen über derselben nur einen Schritt auseinander stehen.

Je mehr Regen und Schnee und je mehr Aufthauungen von Schnee und Eis, desto mehr müssen die Quellen überlaufen, und sich die Bäche und Flüsse anfüllen. Dieses geschieht denn zuweilen in dem Grade, daß sie aus ihren Ufern treten, und die in der Nähe liegenden, besonders niedrigen, Gegenden überschwemmen. In der Gegend wo der Nil entspringt (Abyssinien), fällt in bestimmten Jahreszeiten allemal ein anhaltend starker Regen, so daß dieser Fluß das in ihm deßfalls sich häufende Wasser nicht schnell genug abführen kann. Daher läuft er regelmäßig zu der schon im Voraus bekannten Zeit (vom Juli bis October) über, und überschwemmt das Land. Das hat aber wieder seinen großen Nutzen für Aegypten, wo es so wenig regnet, indem das übergetretene Wasser allemal einen Schlamm zurückläßt, der das Land sehr fruchtbar macht. In den Gegenden der Erde, wo Regenzeit und trockene Zeit regelmäßig abwechseln (zwischen den Wendekreisen), giebt es mehr Flüsse, die wie der Nil zu bestimmten Zeiten anschwellen und — je nachdem der Boden niedrig — übertreten, z. B. der Ganges, Orinoko. —

Bäche und kleine Flüsse bilden oft erst andere Flüsse (so wie Fulda und Werra die Weser) oft aber ergießen sie sich in größere Flüsse, so wie diese meistens, nachdem sie mehr oder weniger andere Flüsse in sich aufgenommen haben, sich ins Meer ergießen. Wo ein Fluß sich in ein anderes Wasser ergießt (in einen andern Fluß, einen See, oder ins Meer), da ist seine Mündung — da mündet er. — Bei Curhafen ist die Mündung der Elbe, bei Störort (Glück-

stadts Nähe) die der Stör —. Wo mündet die Eider? — die Trave?

Von den höhern Stellen eines Landes kommen die Flüsse her, doch mit dem Unterschiede, daß einige auf den Hauptthöhenpunkten der Gebirge entspringen, und die, welche von Seitenstellen der Gebirge herkommen, aufnehmen. Wenn jene nach Aufnahme mehrer anderer Flüsse sich ins Meer ergießen, so heißen sie Hauptflüsse, so wie die von ihnen aufgenommenen wieder Nebenflüsse heißen. (Die Elbe ist ein Hauptfluß; — Alster, Stör u. s. w. sind Nebenflüsse —). In letztere ergießen sich oft wieder andere Flüsse, die Nebenflüsse der Nebenflüsse heißen könnten; doch belegt man sie auch wohl mit andern Namen, als: Zuflüsse, Beiflüsse —. So wäre denn die Havel Nebenfluß der Elbe, die Spree Zufluß der Havel, die Löbau Beifluß der Spree —.

Die Gegenden oder Theile eines Landes, woher und wo hindurch einem Flusse oder Strome sein Wasser zugeführt wird, heißen das Fluß- oder Stromgebiet. Man bezeichnet den Flächenraum des Stromgebietes, indem man in Gedanken die Quellpunkte, von woher das Wasser dem Flusse kommt, durch gerade Linien mit einander verbindet.

Wenn von der Länge eines Flusses die Rede ist, so kann zweierlei darunter verstanden werden, entweder die gerade Linie von der Hauptflußquelle bis zur Mündung, oder die Länge desselben nach allen seinen Krümmungen. Wenn z. B. man kurz so sich ausdrückt: die Elbe ist 80 Meilen, 155 Meilen und 2800 Quadratmeilen, so meint man: die Elbe ist lang — in gerader Richtung 80 Meilen, mit ihren Windungen 155 M., und das Elbgebiet beträgt 2800 Quadratmeilen.

Einige Flüsse haben einen sehr langen Weg zu machen, ehe ihr Wasser ins Meer kommt; andere nur einen kurzen Weg. Die Quellen der letztern sind nicht weit von der

Küste des Meeres entfernt. Darum heißen solche auch Küstenflüsse.

Noch giebt es Flüsse, die verschwinden, ehe sie zu einem andern Gewässer kommen, um dahin ihr Wasser zu ergießen. In den heißen Gegenden ist das am ofteſten der Fall, besonders wenn das eine sandige, — steppige — Gegend ist. Vielleicht, daß es hier an Wasserzufluß durch Nebenflüsse fehlt, und das Wasser verdunstet, ehe es ein anderes Wasser (Meer, See, Fluß —) erreicht; vielleicht auch, daß es unter der Erde verschwindet. Steppenflüsse nennt man solche, die sich in den dürren, oft sandigen Ebenen (Steppen) verlieren.

Von den Gebirgen und Gegenden, woher Flüsse kommen, reißen diese oft Sand und andere Erdarten mit sich fort, die sie denn hie und da, vornehmlich in ihren Mündungen wieder absetzen. Daher entstehen denn Sandlager (Sandbänke), die den Schiffen leicht gefährlich werden. Dahin gehört die Sandbank Skagerak (wo ist das?). Auch in den Gegenden, die überschwemmt gewesen sind, findet man Ueberbleibsel von verschiedenen Erdarten (Schlamm).

Man findet mitunter in der Erde Knochen und Gerippe von Thieren, die man theils jetzt gar nicht auf der Erde findet, theils in ganz andern Gegenden, als wo man solche heut zu Tage antrifft, und die auch da, wegen der besondern Luftbeschaffenheit gar nicht würden leben können. Selbst Gerippe von Seethieren trifft man in großen Entfernungen von Meeren und Flüssen an. Wie kann das angehen? — Fast nicht anders, als daß diese Gegenden ehemals im Meere gelegen haben oder überschwemmt gewesen sind. Wenn man die Erfahrung, oder was unsere Vorfahren darüber aufgeschrieben haben, zu Hülfe zieht, so findet man: daß Meer und Flüsse an einigen Stellen das Land wegspülen, und nach andern wieder hinwerfen, und dadurch, freilich langsam, erst nach vielen Jahren merk-

lich, bewirken, daß da Land entsteht, wo ehemals Wasser die Oberfläche bedeckt hat, und Wasser wieder die Stelle des frühern trockenen Landes einnimmt. So können also wohl mitten im Lande Gerippe von Seethieren angetroffen werden. Ueberschwemmungen können auch wohl Thierkörper, die schon im Meere und in Flüssen weit hergetrieben kamen, aus entfernten Gegenden weit ins Land hineingebracht haben. Diese sind darauf nach und nach mit Moosen und Gräsern überwachsen, welche verfaulten und allmählig eine tiefere Lage solcher Thierüberbleibsel bewirkten.

Man trifft auch Gewässer im Lande, die von Land eingeschlossen sind. Einige sind nur klein, oft von Menschen gegraben, und heißen Teiche; andere haben eine mehr oder weniger beträchtliche Größe, und heißen Seen (Landseen). Unser Plöenersee und Kudensee gehören zu den weniger beträchtlichen; das kaspische Meer aber ist sehr groß (140 Meilen lang und 50 M. breit). Es fließen große Ströme in dasselbe, z. B. die Wolga, der Ural — und es ist kein Abfluß des Wassers zu bemerken. Auch will man berechnet haben, daß durch Ausdünstung so viel Wasser, als hineinfließt, nicht wieder verloren gehen kann. Wo bleibt es denn, da es doch ungefähr dieselbe Höhe behält? — Vielleicht, daß durch unterirdischen Abfluß dem Meere Wasser zugeführt wird. — Bei andern Seen bemerkt man, daß aus ihnen wieder Wasser herausfließt. So fließt es aus dem Ladogasee in die Newa, und aus dieser in den finnischen Meerbusen.

Es giebt Landseen, die fast beständig ein trübes Wasser haben, aber auch solche, deren Wasser so klar ist, daß man in beträchtlicher Tiefe bei ruhigem Wetter Geldstücke auf dem Grunde sehen kann, wie z. B. im Wettersee auf dem 126 Fuß tiefen Grunde.

Einige Seen haben noch das Besondere, daß sie zu Zeiten bei übrigens stillem Wetter so unruhig werden, daß Schiffe auf ihnen in Gefahr gerathen. Unterirdische Dämpfe

oder Feuer scheinen diese Bewegung hervorzubringen. Ebenfalls dient hier der Wettersee als Beispiel, wo solche Bewegungen zuweilen von dumpfen Donnern begleitet werden.

Es giebt viele Seen mit salzigem Wasser. Das Wasser des todten Meeres in Palästina scheint unter denselben jedes andere an Bitterkeit, Salzigkeit und specifischem Gewichte zu übertreffen, obgleich es hell und durchsichtig ist. Man findet an seinem Ufer keine grüne Pflanze, auf ihm keinen Wasservogel, in ihm keinen Fisch, keine Muschel. Kommen aus dem Jordan Fische hinein, so sterben sie. Woher also wohl sein Name? — Es ist mit Salz voll gesättigt, daher es kein hineingeworfenes Salz weiter auflös't. Am östlichen Ufer findet man fußdicke Salzstücke. Schwimmer werden mit einer dicken Salzkruste überzogen. Kein Menschenkörper sinkt darin. Warum nicht? Große Stücke von Erdpech treiben auf dem See. Fast immer sieht man Dampfwolken hier aufsteigen. Durch Erdbeben, oder Einstürzen eines feuerspeienden Berges scheint er sich gebildet zu haben.

So viel und noch viel mehr, als wir in dieser und der vorigen Stunde gelernt haben, giebt es Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit bloß in Ansehung der Quellen, Flüsse und Seen. Wenn wir gleich oft vergeblich fragen: Wozu das alles? so müssen wir doch auch hier Gottes Herrlichkeit bewundern, die sich in den mannichfaltigen Gestaltungen und Wirkungen seiner Werke so augenscheinlich uns offenbart, wenn wir nur darauf achten und möglichst alles recht zu erkennen suchen. Gott, wie sind Deine Werke auch hier so groß und viel, gewiß, Du hast sie auch, wo wirs nicht durchschauen, weislich geordnet, und überall ist Fülle Deiner unendlichen Güte!

Die große Wassermasse, die im Zusammenhange den größeren Theil der Erdoberfläche überdeckt, heißt im Allgemeinen das Meer, so daß demnach das Wasser der Erdoberfläche theils in den Quellen, theils in den Bächen und

Flüssen, theils in den Seen, und zum größten Theil in dem Meer angetroffen wird. Das Meer erhält sein meistes Wasser (wenn gleich auch viel unmittelbar durch Regen, Schnee —) aus den Flüssen, diese haben es aus den Quellen, und die Quellen durch die Dünste der Luft (Regen, Schnee), die Luft aber erhält es von den Ausdünstungen der Gewässer und anderer Gegenstände der Erde. — Auf solche Art macht das Wasser einen gewissen Kreislauf von der Erde in die Luft und von der Luft auf die Erde, wo es meistens mancherlei Wege erst macht, ehe es wieder in die Luft steigt.

Wenn wir einen Stein ins Wasser werfen, so entsteht auf der Oberfläche von dem Punkt aus, wo der Stein hineinfällt, eine kreisförmige Bewegung des Wassers. Wo der Stein hineinfällt, entsteht eine Vertiefung, dicht daran und darum eine Erhebung, darauf eine Vertiefung, und das so abwechselnd mit immer größerm Umkreise. Wasserwellen sind das, und Wellenbewegung, d. i. überhaupt ein pendelartiges Schwingen des Wassers. Wie hängt es damit zusammen? — Der Stein drückt das Wasser nach unten, welches daher ausweicht, und mit dem daran grenzenden ringsum sich hebt. Vermöge der Schwere senkt dieses sich wieder oder fließt herab, und macht eine neue Vertiefung, aber verursacht auch eine neue Erhebung. Das geht eine Weile fort, doch leisten Beharrungsvermögen und Reibungen so viel Widerstand, daß die Vertiefungen und Erhebungen immer schwächer werden und zuletzt gänzlich verschwinden.

Auf dem Meere besonders, auch aber in Seen und Flüssen, entstehen ebenfalls Wellen, oft ungeheuer große. Wind oder Sturm ist hier die Ursache. Der stößt in vielen Zügen gegen die Wasseroberfläche, bewirkt Vertiefungen und Erhebungen, große oder kleine, je nachdem die Stöße (Winde) stärker oder schwächer sind. Taucher versichern, daß Winde das Meerwasser nur bis auf eine gewisse Tiefe,

höchstens 90 Fuß, in Bewegung zu setzen scheinen. Beim heftigsten Sturm haben sie es auf dem Meeresgrunde ganz ruhig gefunden.

Je heftiger der Sturm, desto höher die Wellen; aber wenn keine andere wirkende Ursache hinzukommt, so erheben sie sich im freien Meere doch selten über 9 Fuß. Der Druck und Stoß der bewegten Luft wirkt zugleich dem Emporsteigen des Wassers in einem gewissen Grade entgegen. Wenn aber die Wellen an vorspringende Felsen, Klippen, Küsten — anschlagen, so steigen sie wohl auf mehr als 100 Fuß. Und legt der Sturm sich plötzlich, so sind die Wellen, wie auf einmal losgebunden, und erreichen eine Weile, in scheinbarer Unordnung hierhin und dorthin, eine beträchtliche, den Schiffen gefährliche Höhe. Der Wind hielt sie bisher in Schranken. Uebrigens sind über die Höhen, bis zu welchen die Wellen sich erheben, die Meinungen sehr verschieden — zwischen — 20, 30 und gar 60 Fuß.

Das Anschlagen der Wellen an felsige Ufer, Klippen und andere feste Gegenstände, wobei sie hoch in die Höhe getrieben werden und mit Heftigkeit und stark schäumend zurückfallen, heißen Brandungen. Es pflegen wohl 7, 8 und mehr Wellen so nach einander zu kommen, daß die 2te über die 1ste, die 3te über die 2te und 1ste, und weiter die letzte über die sämmtlichen vorhergehenden schlägt, und alle erst zusammen als Eine Wassermasse von der Küste zurückfallen. Man findet 20 bis 50 Fuß hohe Brandungen.

§. 49.

Ebbe und Fluth.

Eine andere Art von Bewegung des Wassers, als die durch Winde, bemerken wir am Elbufer und an den Meeresküsten täglich. Da sehen wir, daß sich das Wasser ungefähr 6 Stunden hindurch hebt, und darauf wieder eben so lange sich senkt. Die Erhebung des Wassers nennen

wir Fluth, und die Senkung Ebbe. Zwischen der Erhebung und Senkung, sowie zwischen dieser und jener, scheint ein Stillstand einzutreten, so daß das Wasser $\frac{1}{4}$ Stunde den höchsten, und eben so lange den tiefsten Stand behält. Ebbe und Fluth wechseln ohne Unterlaß mit einander ab, so daß im Durchschnitt in 24 Stunden 49 Minuten zweimal Ebbe und zweimal Fluth entsteht.

Eben so viele Zeit (24 St. u. 49 M.) geht damit hin, ehe der Mond wieder durch denselben Meridian geht, oder denselben Punkt der Erdoberfläche gerade (senkrecht) unter sich hat (warum das über 24 St. dauert, folgt aus §. 30.).

Wegen einer solchen Uebereinstimmung scheint ja besonders der Mond Einfluß auf Ebbe und Fluth zu haben. Das aber scheint wieder dagegen zu sprechen, daß der Mond in der angegebenen Zeit nur einmal über jedem Punkt der Erdkugel, den er auf seinem Wege um die Erde trifft, zu stehen kommt; Ebbe und Fluth aber zweimal in derselben Zeit erfolgt, und zwar so: daß allemal an zwei entgegengesetzten Punkten (Stellen) der Erdoberfläche zu gleicher Zeit Ebbe und Fluth ist. So ist nämlich, wenn bei uns Fluth ist, auch da zugleich Fluth, wo der Erddurchmesser, von uns aus gezogen, auf der entgegengesetzten Erdseite die Oberfläche trifft. Auch ist da Ebbe, wenn hier Ebbe ist. Oder so: Ist an einer Stelle Fluth, so ist es in der Entfernung von dem halben Erdumkreise auch der Fall, dann aber in der Entfernung von $\frac{1}{4}$ des Umkreises Ebbe.

Dieses ist alles etwas, was wir täglich über Ebbe und Fluth und damit verbunden wahrnehmen können.

Wie läßt sich das erklären? — Die Erde zieht den Mond an, und der Mond (wenn gleich mit geringerer Kraft — woher das?) die Erde. Die Theile der Erde, die dem Monde zugekehrt (also am nächsten) sind, werden verhältnißmäßig am stärksten vom Monde angezogen, und würden, wenn die Erde sie nicht festhielte, von dieser weggezogen werden. Das Wasser hat sehr geringe Cohäsion gegen die

Erde. Daher kann der Mond wohl dieses, wo es ihm das Nähere ist, etwas höher heben. Das brächte denn schon Fluth. Wegziehen kann er das Wasser damit noch nicht, weil die Schwerkraft der Erde dagegen an wirkt. Die feste Erde selbst ist dem Monde näher als das Wasser auf der entgegengesetzten Seite, und zwar, wenn wir vom Mittelpunkte der Erde an rechnen, um 860 Meilen näher. Daher zieht der Mond die Erde stärker an sich, als dieses Wasser, welches, weil es so wenig Cohäsion zur Erde hat, in Etwas zurückbleibt, so daß es also auf der entgegengesetzten Seite auch sich hebt, und da gleichzeitig Fluth bringt. So kann demnach der Mond wohl eine doppelte Fluth auf einmal auf der Erde hervorbringen; denn er zieht das Wasser des Meeres, worüber er culminirt, mehr zu sich hin, als den Mittelpunkt der Erde, und diesen (und damit die ganze feste Erdmasse) mehr, als das Wasser des um den Erdhalbmesser weiter entfernten Meeres.

Denken wir uns einen Augenblick die Erde ganz mit Wasser bedeckt, und da die Fluth am höchsten, wo die Sonne senkrecht steht — wie das dann an der entgegengesetzten Stelle der Erde eben so ja sein wird —. Nahe bei diesen beiden Stellen wird es dann schon weniger hoch sein, und — je weiter davon, desto weniger; am weitesten (d. i. 90°) entfernt, am wenigsten hoch, oder am niedrigsten, was wir tiefe Ebbe nennen.

24 Stunden 49 Minuten gehen damit hin, ehe der Mond über allen Meridianen einmal culminirt, und so lange dauert es auch, ehe überall an je 2 und 2 entgegengesetzten Stellen, d. i. zweimal Fluth und zweimal Ebbe entsteht. Das bestätigt es, daß der Mond (wenn auch nicht die einzige, so doch) Hauptursache der Ebbe und Fluth ist.

Das wird indeß auch noch als zur täglichen Fluth gehörig beobachtet, daß die höchste Fluth erst $2\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian

erfolgt — wie kann das zugehen? — Vermöge der Trägheit widersteht das Wasser der Anziehung so lange.

Außerdem zeigt sich noch, daß in kleinen Meeren, als: Mittelmeer und (mehr noch) Ostsee — man wenig oder gar nichts von Ebbe und Fluth gewahr wird. Wie das? — Diese Meere haben so wenig Ausdehnung, daß der Mond wegen seiner Größe auf alle Punkte desselben ungefähr gleich stark wirkt. Die Meerengen, wodurch sie mit dem Weltmeere in Verbindung stehen, sind so eng, daß während der Dauer jeder Fluth nicht so viel Wasser hindurch laufen kann, daß eine merkliche Erhebung in den kleinen Meeren dadurch möglich wird. Nun müßte ja der Mond das Wasser von der Unterlage losreißen, und auf solche Art erheben; so viel vermag er gegen Schwere und Cohäsion des Wassers nicht.

Das können wir aus dem Vorherigen schließen: Wenn die Erde dem Monde immer dieselbe Seite zukehrte, wie der Mond der Erde, so würde es nicht Ebbe und Fluth geben; warum nicht? — Also ist eine Hauptursache der Ebbe und Fluth die Umdrehung der Erde um ihre Axe.

Außer den täglichen Erscheinungen in Bezug auf Ebbe und Fluth giebt es noch Veränderungen in dieser Hinsicht, welche als monatlich (nach dem Monde gerechnet) wiederkehren. Dahin gehört Folgendes:

Zur Zeit des Neu- und Vollmondes treten Ebbe und Fluth an einem und demselben Orte das eine Mal zu derselben Tageszeit ein, zu welcher dieselben das andere Mal bei Neu- und Vollmond eintreten, d. i. nämlich: beim Neumonde zu derselben Zeit, zu der beim Vollmonde. (Zu Brunsbüttel ist in diesen beiden Zeiten des Monats allemal zwischen 1 und 2 Uhr Ebbe). Das hat auch seine Richtigkeit; denn vom Neu- zum Vollmond und vom Voll- zum Neumond sind jedesmal beinahe 15 Tage (ein halber Mondmonat). Wenn denn die Ebbe beim Vollmond um 1 Uhr eintritt, und täglich reichlich 49 Minuten später, so

ist das beim folgenden Neumonde nach beinahe 15 Tagen ungefähr 12 Stunden später, d. i. wieder um 1 Uhr.

Auch bemerkt man, daß um die Zeit des Neu- und Vollmondes die Fluth allemal ungewöhnlich hoch steigt, und um die Zeit der Viertel ungewöhnlich niedrig bleibt. In jenem Fall nennt man sie Springfluth, in diesem — Nipfluth, auch todte Fluth. Woher das, und zwar zuerst beim Neumond? — Bei dieser Phase ist der Mond zwischen Sonne und Erde. Wenn nun die Sonne durch ihre Anziehung auch Einfluß auf Ebbe und Fluth hätte, so wirkten ja Mond und Sonne nach einerlei Richtung, also mit vereinter Kraft. Das müßte wohl eine höhere Fluth (Springfluth) bewirken.

Wie beim Vollmond? — Da ist die Erde zwischen Sonne und Mond. Nun wollen wir, um der Kürze willen, die Seite der Erde, wo der Mond ist, A, und die entgegengesetzte Seite B nennen. Der Mond zieht Wasser A von der Erde ab, und die Erde wieder von Wasser B. Das bringt Fluth bei A und B. Die Sonne hält Wasser B noch stärker von der Erde, und die Erde noch stärker von Wasser A zurück, als es vorher durch eigene Trägheit zurückblieb. Das giebt noch größere Erhebung (höhere Fluth) bei B und bei A; also Springfluth.

Je mehr das Wasser von einer Stelle wegläuft, desto niedriger wird es da. Daher muß bei Springfluthen das Wasser zur Zeit und am Ort der Ebbe tiefer sein als sonst.

Daraus erklärt es sich auch schon, warum bei Mondsvierteln die Fluthen weniger hoch sind; denn dann hält nach dem Stande der Sonne, des Mondes und der Erde gegen einander (welches ist dieser Stand? —) die Sonne das Wasser, was der Mond zu heben strebt, zurück. Die Sonne zeigt sich in diesem Fall nicht allein nicht als Fluth verstärkend (wie vorher), sondern gar als dieselbe schwächend.

Aber, könnte man einwenden, die anziehende Gewalt der Sonne gegen die Erde ist doch ja ungemein viel größer

als die des Mondes; warum sollte sie denn nicht auch größern Einfluß auf Ebbe und Fluth der Erde haben, als der Mond? — Antw. Auf die ganze Erde wirkt die Sonne allerdings stärker; aber hier kommt es darauf an, ob der Unterschied ihres Einflusses auf die ihr nähern und auf die ihr entferntern Theile der Erde (auf die nächste Oberfläche und den entferntern Mittelpunkt u. s. w.) auch größer oder gar kleiner ist, als das in Ansehung des Mondes der Fall ist; denn dieser Unterschied ist es, der das nächste Wasser von der Erde, und die Erde von dem entferntesten Wasser wegzieht. Nun ist der Mond reichlich 50,000 Meilen, und die Sonne über 20 Millionen Meilen von der Erde entfernt. Der Mond wirkt daher mit $\frac{1}{60}$ Kraft mehr auf die ihm nächste Erdoberfläche, als auf den 860 Meilen entferntern Mittelpunkt, die Sonne aber nach Verhältniß ihrer so viel größern Entfernung nur mit $\frac{1}{23,300}$ Kraft mehr auf die ihr nächste Oberfläche der Erde. — Wirklich hat man auch gefunden, daß der Einfluß des Mondes auf Ebbe und Fluth 3mal so groß ist, als der der Sonne. — Daher kann die Sonne die Fluth, welche der Mond hervorbringt, wenn Neu- oder Vollmond ist, um $\frac{1}{3}$ erhöhen, und bei Mondesvierteln um $\frac{1}{3}$ schwächen. Das lehrt die Erfahrung auch so. Bei Brest z. B. steigt die Springfluth bei gewöhnlicher Witterung auf 18 Fuß, die Nipfluth aber nur auf 9 Fuß.

Außer dem, was täglich und monatlich auf Ebbe und Fluth wirkt, giebt es auch Ursachen, die von Halbjahr zu Halbjahr und von Jahr zu Jahr Veränderungen bei besagten Naturbegebenheiten hervorbringen, als:

Zu den Zeiten der Tag- und Nachtgleichen sind die Springfluthen stärker als gewöhnlich, und die Nipfluthen schwächer. Wie läßt sich das erklären? — Die Ursache will man darin finden, daß Sonne und Mond ihre anziehenden Kräfte um so stärker gegen die Erde äußern können, je senkrechter sie gegen den Aequator der Erde

stehen. Das kann auch wohl sein; denn am Aequator wirkt die Schwungkraft, wegen der Axenbewegung der Erde, der Schwere am meisten entgegen. Da nun um die Nachtgleichen die Sonne gerade über dem Aequator steht, und der Mond bei Neu- und Vollmond, ungefähr wenigstens, auch: so kommt die Schwungkraft der gemeinschaftlich wirkenden Attraction des Mondes und der Sonne dann mehr zu Hülfe als sonst irgendwo, und es kann somit mehr Wasser zusammengezogen werden. In den Vierteln dieser Jahreszeit dagegen hat die Sonne allein die Hülfe der größern Schwungkraft, und der Mond, der dann von dem Aequator verhältnißmäßig am weitesten entfernt ist, findet bei seiner Anziehung um so mehr Widerstand; und — daher im letztern Fall die schwächeren Fluthen.

Zu den Zeiten der Sonnenwenden ist es umgekehrt; dann sind die Neu- und Vollmondsfluthen schwächer, und die Viertelsfluthen stärker, als gewöhnlich — woher das? — Es weicht die Sonne dann am weitesten von der senkrechten Richtung gegen den Aequator ab, und so haben beide, Sonne und Mond, zu der Springfluthzeit bei ihrer gemeinschaftlichen Attraction weniger Hülfe von der Schwungkraft der Erde. Zu den Viertelszeiten wirkt die Sonne dann aber auch weniger schwächend auf die Fluthen ein. Uebrigens sind um die Sonnenwende des Winters die Springfluthen höher, als um die des Sommers. Das kommt, weil im Winter die Erde in der Sonnennähe, und die Anziehung der Sonne dann größer ist.

Auch bemerkt man, daß im Sommer in der nördlichen Erdhälfte (bei uns) die Springfluthen, welche nach Mittag, und im Winter die, welche nach Mitternacht erscheinen, stärker sind. Das kommt daher: Im Sommer steht die Sonne über dem nördlichen Wendekreise. Denken wir uns nun erst die Neumondsfluth. Die Sonne geht am Mittag durch unsern (Ober-) Meridian; der Mond mit ihr. Mond und Sonne ziehen das höchste Wasser dahin

und in den nördlichen Wendekreis. Das ist uns der nächste Punkt, von wo aus uns die Fluth Wasser bringen kann, und daher auch das meiste Wasser. Das kommt nach Mittag. — Beim Vollmond kommt es eben so, nur daß dann, wenn die Sonne Mittags durch unsern Obermeridian geht, der Mond den entgegengesetzten Untermeridian durchläuft. Doch bringen Mond und Sonne dann eben so vereint die erste und höchste Fluth zu unserm Obermeridian in den nördlichen Wendekreis.

Denken wir nun wieder Neumond im Sommer, und — Mitternacht. Dann geht die Sonne durch unsern Untermeridian im nördlichen Wendekreise. Da wirken Mond und Sonne zusammen, ziehen da die erste und höchste Fluth hin, und zugleich nach der dieser gerade entgegengesetzten Stelle der Erde, dem südlichen Wendekreise, wo unser Obermeridian diesen schneidet. Von hier sollen wir für die Zeit nach Mitternacht unsere Fluth haben. Von daher hat aber das Wasser einen viel längern Weg zu uns, als vom nördlichen Wendekreis —; daher bekommen wir weniger, und die Mitternachtsfluth ist schwächer, als die nach Mittag. — Ist es Vollmond, so geht um Mitternacht der Mond durch unsern Obermeridian entweder im oder gegen den südlichen Wendekreis, während die Sonne durch unsern Untermeridian im nördlichen Wendekreis geht. An diesen beiden Stellen entsteht die erste und höchste Fluth. Wir sollen sie wieder vom südlichen Wendekreise haben. Diese Stelle ist uns von den beiden die nächste, und doch die entfernteste, woher wir Fluth bekommen; daher ebenfalls schwächere Fluth.

So ist es im Sommer; im Winter, wo die Sonne über dem südlichen Wendekreise steht, ist es umgekehrt. Woher das, folgt leicht aus dem Vorhergehenden.

So wie, wie wir gesehen, die Verschiedenheit der Zeit (im Monat, Jahr —) die Ebbe und Fluth mitunter ver-

schieden gestaltet, so hat auch in gewissen Fällen der Ort einen verändernden Einfluß darauf.

So haben die östlicher gelegenen Meere, Küsten — allemal die Fluth früher, als die mehr westlichen; woher das? —

Die Küsten gegen die östlichen Meere haben unter übrigens gleichen Umständen höhere Fluthen, als die gegen die westlichen; deßwegen, weil das Fluthwasser von Osten herkommt und gegen jene Küsten anstößt und dadurch mehr gehoben wird.

Die Höhe der Fluthen ist nicht allein nach Monats- und Jahreszeiten, sondern auch nach den Gegenden der Erde überhaupt, und nach den Lagen der einzelnen Meeresplätze gegen das Land, sehr verschieden. Auf dem freien Meere ist diese Höhe wenig zu beobachten. Doch findet man da, wo Beobachtungen haben angestellt werden können, in der heißen Zone und in den Polargegenden die Fluth im Ganzen von geringerer Höhe, als in der gemäßigten Zone. Im Besonderen übrigens richten sich die Küstenfluthen mehr danach, wie die Küsten dazu geeignet sind, das Wasser aufzuhalten und zu heben. In der heißen Zone mag die durchschnittliche Fluth an den Küsten des Festlandes nicht über 6 Fuß gehen, und bei manchen Inseln daselbst nicht über 1 Fuß, z. B. bei Otaheiti; bei St. Helena kann sie etwa 3 Fuß sein, dagegen bei Calais (im gemäßigten Klima) 18, und bei St. Malo gar zwischen 40 und 50 Fuß.

In den kalten Zonen hat man mitunter in 24 Stunden nur Einmal Ebbe und Einmal Fluth. Wie geht das an? — In der Entfernung eines Viertel-Erdumfangs (90 Grad) von dem Durchgangspunkte des Mondes durch den Meridian ist allemal Ebbe. Gäbe es einen solchen Ort, wo man von dieser Stelle nur Einmal in 24 Stunden weniger als 90 Grad entfernt wäre, sonst aber gerade so weit oder weiter, so könnte man da auch nur Einmal Fluth haben. Gesetzt nun, der Mond geht in der Nähe des nörd-

lichen Wendekreises durch den Untermeridian eines Nordpolarkreisbewohners, so soll dieser dann das Fluthwasser von dem südlichen Wendekreise (wo denselben sein Meridian durchschneidet) her haben. Das ist aber 90 Gr. oder weiter von ihm entfernt. Daher merkt er von dieser Fluth nichts. Nach 12 Stunden alsdann aber geht der Mond durch seinen Obermeridian, auch in der Nähe des nördlichen Wendekreises; dann ist die Stelle, woher ihm die Fluth kommen soll, ihm näher als 90 Gr., und er merkt die Fluth. Das ist aber nur Einmal in 24 Stunden — Eben so augenscheinlich wird dasselbe Statt finden müssen, wenn der Mond bei dem südlichen Wendekreise einmal in 24 Stunden durch seinen Ober- und einmal durch seinen Untermeridian geht.

Für unsere Gegend vergrößern West- und Nordwestwinde die Fluthen, weil sie das Wasser gegen unsere (die West-) Küsten treiben. Mit Ostwinden — ist es umgekehrt. Warum?

Ungefähr 6 Stunden dauert in gewöhnlichen Zeiten das Steigen des Wassers; doch stieg es am 4. Febr. 1825, als die Nacht vorher der ungewöhnlich hohe Wasserstand so viele Marschgegenden des westlichen Europa überschwemmt hatte, die Fluth bei uns nur 3 Stunden. Der Wind legte sich plötzlich, und mit ihm das Steigen des (freilich) ohnehin schon hohen Wassers. Wie das? — Die Hauptkraft, welche das Wasser so hoch getrieben hatte, lag in dem Sturm, und hörte mit diesem auf. Die übrigen Ursachen der Fluth allein hätten das Wasser so hoch nicht treiben können, und konnten es um so weniger nun noch höher heben. Nicht einmal die nunmehr große Schwere des so gehobenen Wassers konnte durch die noch übrig gebliebenen Kräfte überwunden werden; daher das baldige Fallen des Wassers.

Weil der Mond den größten Antheil an Hervorbringung der Ebbe und Fluth hat, so ist es leicht zu denken,

daß in seiner Erdnähe die Fluthen sich stärker zeigen werden. Das auch lehrt die Erfahrung. — Das denn folgt aus allem: Je mehr die Ursachen sich vereinigen, welche zur Flutherhöhung mitwirken können (welche sind diese noch? —), desto höher müssen die Fluthen steigen. Mehrere dieser Ursachen wirkten eben 1825 in der Nacht zwischen dem 3. und 4. Febr. für die Westküste Europa's zusammen: der Vollmond, die beinahe größte Erdnähe des Mondes, die Sonnennähe der Erde und die West- und Nordweststürme, die schon mehrere Tage angehalten hatten.

§. 50.

Strömungen — in Meeren, Meerengen, Flüssen. Wasserwirbel und Strudel. Malstrom. Salzigkeit, Farbe, Klarheit und Leuchten des Meerwassers.

Zu den zwei Arten der Meeresbewegung, hervorgebracht durch den Wind und durch die Anziehung, besonders des Mondes, kommt noch eine dritte, die Strombewegung oder Strömung. Um uns von einer Strombewegung eine anschauliche Vorstellung zu machen, dürfen wir nur den bald stärkern, bald schwächern Wasserzug in der Wiedau, der Eider, der Elbe (in welcher letztern an verschiedenen Stellen wohl zwei und mehrere Wasserzüge neben einander, selbst in entgegengesetzter Richtung zu sehen sind) aufmerksam betrachten. Im großen Weltmeer giebt es nun viel größere, oft viele Meilen breite Strömungen.

Eine der bald größern, bald kleinern Meeresströmungen ist hier zunächst in Betracht zu ziehen. Das ist die, welche ohne Unterbrechung auf dem offenen (atlantischen und stillen) Meere in der heißen Zone von Osten nach Westen fortzieht. Dies ist die Hauptströmung, und die meisten übrigen gehen von dieser aus. Ehe wir sie in ihrem Laufe verfolgen, wollen wir erst auf die Frage: Woher kann solche wohl kommen? — Antwort zu geben suchen.

Je wärmer es in einer Gegend des Meeres ist, desto stärker dünstet es aus. Daher ist in der heißen Zone die Ausdünstung gewiß am stärksten, und je weiter davon, desto geringer. Es muß sich denn auch in jener Zone das Wasser am meisten vermindern, und sonst je näher dahin, desto mehr. Das stört das Gleichgewicht des Wassers, und bewirkt das Streben, dasselbe wieder herzustellen. Daher scheint es natürlich, daß ein allgemeines Hinströmen des Wassers von N. nach S. und von S. nach N. zur heißen Zone Statt finden muß. Das ist auch in der That so; nur ist das so leicht nicht merklich, weil diese Strömung allgemein ist, und also das Auge nicht leicht einen Ruhepunkt findet, wonach es jene Bewegung gewahr werden kann. Man nennt diese beiden Meeresströmungen die Polarströmungen. — Wir wollen hier bloß einmal an die vom Nordpol kommende denken, und sehen, wie diese in der heißen Zone zu der Bewegung nach W. mitwirkt.

Es bewegt sich die Erde von W. nach O. um ihre Axe, und dahin (nach O.) zieht sie auch das Meerwasser, auch das, was in der Nordhälfte der Erde der Polarströmung vom N. nach S. folgt. Je weiter aber nach dem Aequator, desto schneller ist der Zug der Erdoberfläche nach O. hin. Diese Schnelligkeit soll das von N. kommende Wasser erst annehmen. Das geht aber so geschwinde nicht, weil der Zug des Wassers nach S. hier entgegenwirkt. Daher bleibt es gegen W. zurück, und weil der Mensch von der Erdbewegung, die er selbst ja mitmacht, nichts merkt, so ist es ihm, wie in einem leise fahrenden Kahn, wo ihm das Ufer sich nach der entgegengesetzten Richtung zu bewegen scheint; es ist ihm das Zurückbleiben des Wassers im W. eine Bewegung desselben nach W., die da Aequinoctial-, auch wohl Aequatorial-Strömung genannt wird (— woher diese Namen? —). Diese Strömung wird nicht nur verstärkt, sondern wohl vorzüglich mit hervorgebracht eines Theils durch den Mond, der das Was-

ser ja auch nach W. zieht, andern Theils durch den beständigen Ostwind, der (wie wir weiter unten erkennen werden) in der heißen Zone weht.

Der erste Grund beider, der Polar- und der Aequatorial-Strömungen, ist die Wärmeverschiedenheit — inwiefern dieses? —

Die Aequatorialströmung, besonders die des atlantischen Meeres, komme hier etwas näher in Betracht.

Von Afrika bei der Küste von Senegambien aus geht sie nach W. über's atlantische Meer bis Amerika hin. Da kann sie nicht weiter; sie stößt an Inseln und Festland, und wird so zurückgeworfen, daß sie sich in zwei Rückströmungen theilt, wovon die eine meistens eine südliche und die andere eine nördliche Richtung nimmt. Diese letztere, welche bald den Namen Golf- oder Floridastrom bekommt, wollen wir zuerst in ihrem Lauf etwas verfolgen. Sie nimmt im Caraibischen Meer ihre Richtung nach N., wendet sich darauf nach O. aus dem Busen oder Golf (daher der Name) von Mexico heraus durch den Bahama-Kanal; wird da aber durch die Bahama-Inseln wieder nach N. gelenkt bis Neufoundland, von wo aus sie in ihrem größten Theil sich wieder ostwärts nach Europa wendet. Ein Theil richtet sich mehr nach N., ein anderer, durch die Polarströmung gedrängt, mehr nach S., und zwar nach den Azoren und weiter, bis sie (nach Amerika hin und zurück) nach einem Lauf von ungefähr 3800 Meilen sich wieder mit der Aequinoctialströmung vereinigt. Ehe wir weiter gehen, folge über den Golfstrom noch dies. Nach Humboldt's Angabe legt der Strom seinen Lauf in 2 Jahren und 10 Monaten zurück. Die Geschwindigkeit desselben in dem ganzen Kreislauf ist bald größer, bald kleiner, im offenen Meer etwa 9 Meilen in 24 Stunden, besonders da, wo der Weg mehr verengt wird, wie in dem Bahama-Kanal. Das Wasser des Golfstroms bis Neufoundland hin ist wärmer und salziger, als das Meerwasser, wo sich jenes

hindurchzieht. Oft werden Bäume und andere Sachen durch die Rückströmung von Amerika nach den Canarischen Inseln, wie auch an die westlichen Küsten von Schottland, Norwegen und Irland gebracht, und ein paar Leichname von einem bis dahin nicht bekannten Menschenstamme, an die Küsten der Azoren geworfen, bestätigten dem Entdecker Amerika's die Vermuthung von dem Dasein eines neuen Erdtheils. Ein an Nordamerika nach N. gehender Arm des Golfstroms führt den kalten Nordgegenden — Grönland, Nova Zemblia ꝛc., wo es den Menschen an Holz mangelt zur Erbauung ihrer kleinen Fischerfahrzeuge — das Treibholz zu, welches die großen Flüsse Amerika's ins Meer bringen.

Die andere Rückströmung, welche bei Amerika ihre Hauptrichtung nach S. nimmt, geht längs der brasilianischen Küste, und dann im Osten nach Neuholland zu. Damit jedoch vereinigt sich wahrscheinlich die Aequinoctialströmung des stillen Meeres von der Westküste Amerika's ausgehend. Diese trifft zum Theil Asiens Ostküste, zum großen Theil aber die Durchgänge zwischen den Inseln Australiens, Ostindiens und der südlichen Küste Asiens. — Solche und andere Durchgänge, Engen —, sowie nicht weniger die besondere Beschaffenheit des Meergrundes und der Küsten —, veranlassen, daß eine große Menge besonderer Strömungen und Rückströmungen sich bildet. Diese besondern Strömungen gehen theils mitten durch das Meerwasser, theils durch Meerengen hindurch, oft eine gegen die andere an und über die andere hinweg oder derselben zur Seite vorbei. Strömungen, welche einander so entgegen kommen, daß eine über die andere hinläuft, nennt man wohl Doppelströmungen. Eine solche findet man im Sunde. Da geht der Oberstrom ins Kattegat und der Unterstrom in die Ostsee. Das Dasein dieses letzteren findet seine Bestätigung in einem Vorfall, den englische Matrosen gehabt haben sollen. Sie fuhren in einem leichten

Fahrzeuge längs dem Sunde bloß mit dem Oberstrom fort. Sie ließen eine Kanonenkugel in einem ledernen Eimer ins Wasser hinab. Je tiefer diese sank, desto langsamer ging die Fahrt, bis bald Stillstand und endlich gar Rückgang erfolgte. Wie konnte das nur angehen? —

In der Straße von Gibraltar ist auch eine Doppelströmmung und zwar oben in das mittelländische, unten ins atlantische Meer fließend. Im Jahr 1712 ward ein französisches Schiff mitten in dieser Meerenge von einem holländischen in den Grund geschossen. Einige Zeit darauf kam dasselbe, westwärts im atlantischen Meer wieder zum Vorschein. Wovon giebt das einen Beweis? —

Auch Seitenströmungen findet man viel in Flüssen, Meerengen und andern Gewässern; das sind solche, welche meistens in einer, der Hauptströmung entgegengesetzten Richtung dieser zur Seite hinziehen. Solche Seitenströmungen finden sich an beiden Ufern der Straße von Gibraltar; sie führen das Wasser täglich zweimal ein und aus und scheinen mit der Ebbe und Fluth zusammen zu hängen.

Wie jedes Werk des Allgütigen und Allweisen, werden auch die Strömungen des Meeres und anderer Gewässer ihre wohlthätigen Folgen haben, selbst wo wir sie nicht zu erkennen noch im Stande sein sollten. Vielleicht, daß ohne solche Bewegungen (wie auch die der Ebbe und Fluth —) die große Wassermasse (besonders in dem heißen Klima) in Fäulniß gerathen und so für das Leben unzähliger Geschöpfe darin, wie nicht weniger (weil es die Luft verpesten würde) für das Leben auf dem trockenen Lande — völlig untauglich werden würde. (Dieses wird sich gleich unten schon bestätigen.) Wie die Schifffahrt aus diesen Wasserbewegungen Nutzen ziehen kann, zeigt sich leicht. Westindienfahrer suchen, um von Europa dorthin zu kommen, die Aequinoctialströmung zu erreichen, und meistens haben sie dann kaum nöthig, die Segel zu gebrauchen. So geht es im stillen Meer von Mexico's Westküste aus. Auf

den Fahrten von W. nach O. auf dem Weltmeer sucht man die Rückströmungen zu gewinnen. In eingeschlossenen Meeren, in Meerengen, Flüssen —, wo Strom und Gegenstrom getroffen wird, benutzt man den Strom, der zum beabsichtigten Platze führt.

Das Stromwasser des Meeres bewegt sich in gewissen Gegenden in so großer Ausdehnung und in solcher gleichförmiger Geschwindigkeit, daß man fast gar nicht merkt, daß man in einem Strom ist, und noch weniger, wie geschwinde man darauf vorwärts kommt. Das Auge hat, weil es nichts Stillstehendes sieht, wovon der Strom das Wasser entfernt, dann nichts, wonach es die Bewegung und deren Geschwindigkeit abmessen kann. Die Schiffer wissen hier aber doch Rath; sie gebrauchen das Loog oder die Loogleine. Diese ist eine lange Schnur und an einem Ende ein dreieckiges Stück Holz (Loogbrett) von 6—7 Zoll Länge befestigt, welches durch Blei schwerer gemacht ist. Die um eine Rolle gewundene Leine ist durch Knoten in lauter gleiche Theile, jeden zu 50 Fuß oder $\frac{1}{120}$ Seemeile, getheilt. Will man nun wissen, ob man sich in einem Strom befindet und auch, wie schnell man fortsegelt, so wirft man das Loogbrett ins Meer. Indem dieses dann an derselben Stelle bleibt, wickelt sich die Loogleine ab, sofern das Schiff wirklich weiter kommt. Ist dies bis zu dem ersten Knoten geschehen, so ist man 50 Fuß gesegelt, und — wie weit denn, wenn bis zum 15ten Knoten? wie viel Seemeilen dann? — Bei dieser Untersuchung (beim Loogen) merkt man zugleich auf die Uhr, um zu erfahren, in wie langer Zeit eine gewisse Zahl von Knoten sich abwickelt. Fände man da z. B., daß es 15 Knoten in einer halben Minute wären, so wäre das für 1 Stunde 120 mal 15 Knoten = 120 mal $\frac{1}{120}$ d. i. 1 Seemeile. — Das Loogen pflegt man auf der See stündlich vorzunehmen.

Wie in Bächen und manchen Gräben das Wasser mit mehr oder weniger Geschwindigkeit fortfließt, hat leicht je-

der von uns schon gesehen; vielleicht aber auch, wie, wenn es am Ufer oder gegen die Mitte hin ein Hinderniß findet, es um dasselbe in einem größern oder kleinern Bogen herumkreiselt, oder gar in einem vollen Wellenkreis (in Schneckenform) sich herum zieht. Eingerammte Pfähle, Brückenpfeiler u. s. w. können solche Erscheinungen hervorbringen. In Meerengen, wie im Meer, besonders wo ein starker Strom geht, findet man solche Stellen oft von großer Ausdehnung und beträchtlicher Gewalt. Hier sind es meistens Felsspitzen, um welche das Wasser kreiselt. Wirbel nennt man solche kreis- oder schneckenförmige Wasserbewegungen im Allgemeinen, und sind sie heftig und ausgedehnt, so heißen sie Strudel (Meeresstrudel).

Beispiele von Strudeln findet man zwei in der Donau, den einen in Niederöstreich unterhalb des Einflusses der Ens, und den andern etwa 200 Fuß weiter hinab. Nur ganz kundige Schiffer dürfen es wagen, mit einiger Sicherheit Schiffe über dieselben hinwegzuführen. Beide entstehen durch Felsenklippen, jener durch mehrere, die theils unter dem Wasser liegen, theils darüber hervorragen, — dieser (letztere) vornehmlich durch einen aus dem Wasser hervorsteigenden Felsen.

Als Strudel in Meerengen sind bekannt die Scylla und Charybdis, jene an Calabrien, und diese an Sicilien (jener gegenüber). Eine Durchströmung, die bald von N. nach S., bald von S. nach N. durch die Meerenge geht, wahrscheinlich von Ebbe und Fluth abhängig, bildet diese Strudel.

Ein längst bekannter Meeresstrudel ist der Malstrom bei den Lofoden, nach der Insel Moskoe auch Moskoestrom genannt. Er entsteht (um dieses im Allgemeinen zu sagen) durch einen Kampf zwischen einer Strömung und der Ebbe und Fluth. Die Lofoden ragen, obgleich eine Inselreihe, als eine durchschnittene Landzunge nach W. S. W. hin hervor. Steigt die Fluth nach N.

auf, so wird das Wasser an der Spitze der Lofoden getheilt. Der westliche Theil findet kein Hinderniß und setzt seinen Lauf fort; der östliche wird in N. und O. durch Inseln und Festland aufgehalten und gehoben. Das Wasser wendet sich nun durch seine Schwere nach der niedrigsten Stelle, wo es eine Klippe trifft, an der sich nun Fluth und Strömung begegnen, und das bringt den Strudel hervor. Die Strömung nämlich geht nach S., das gehobene Wasser überwindet sie, und sie wendet sich nach S. W., nach W., nach N. W. und fast N., bis die Ebbe kommt und jene allmählig wieder ihre eigenthümliche Richtung gewinnt: erst nach N. W., dann W., — S. W. — S. u. s. w. — Bei höchster Fluth und tiefster Ebbe ist der Strudel in Stillstand. Gefährlich ist der Malstrom für kundige und vorsichtige Schiffer jetzt nicht. —

Das Wasser des Weltmeeres findet man salzig, aber bittersalzig und widerlich von Geschmack. Woher solche Salzigkeit? — Nach der Meinung Einiger hat das Wasser seine Salzbeimischung von großen Steinsalzlagern auf dem Meeresgrunde, und seinen Geschmack von denjenigen Bestandtheilen, welche vom Meerwasser reichlich aufgelöst werden: Kochsalz, salzsaurer und schwefelsaurer Kalk und salzsaure Bittererde. Da gewiß jene Salzlager und diese Bestandtheile nicht in allen Gegenden des Meeres in gleicher Menge vorhanden sind, so wird das Meerwasser in dieser Hinsicht nicht überall gleich sein. Der Salzgehalt findet sich in der heißen Zone und gegen die Pole hin in größter Menge, und in dem Raum dazwischen mehr und weniger im geringern Maße. Woher dieser Unterschied kommen mag, läßt sich nicht mit Entschiedenheit angeben; das aber ist bekannt: In der heißen Zone dünstet das Wasser am stärksten aus, und die Salztheile bleiben zurück, und in der kalten Zone wird viel Wasser zu Eis, das Salz aber bleibt in dem Wasser, welches nicht Eis wird. In der Tiefe ist das Wasser meistens am salzigsten, natürlich, denn Salz

hat das größere specifische Gewicht. Nutzen der Salzigkeit ist: Das Salzwasser trägt schwerere Lasten und erleichtert das Schwimmen (denn sein specifisches Gewicht verhält sich zu dem des Brunnenwassers, wie 1,04 : 1,00) und ist so auch der Natur so vieler Thiere, die darin zu leben bestimmt sind, angemessen, und liefert vielen Küstenländern (Norwegen, Italien, Südfrankreich, Portugal) das benöthigte Kochsalz. Schade ist es nur, daß es sich nicht trinken läßt. Doch erhielt der Engländer Irwing 4000 Pfund Sterling Prämie, weil er eine Verfahrungsart angab, auf den Schiffen mit möglichst weniger Feuerung aus Meerwasser durch Destillation trinkbares süßes Wasser zu gewinnen. Es scheint übrigens, als wenn man die Sache noch nicht leicht genug gefunden hat, oder sie ist auch zu wenig allgemein bekannt noch geworden; denn selten hört man, daß von Irwing's Verfahrungsart Gebrauch gemacht wird.

Gegen Fäulniß schützt der Salzgehalt des Meereswassers nicht; denn bei Windstille wird es in Kurzem faul und übelriechend. Es verpestet alsdann die Luft; daher die große Wohlthätigkeit der Meeresbewegungen. Das zeigt sich vornehmlich an manchen Küsten, wo das Salzwasser, wie in Becken, sich sammelt und meistens ruhig steht. Da geht es dann schnell in Fäulniß über und haucht widerliche Dünste aus.

Eben wegen des Salzgehalts gefriert das Meerwasser nicht leicht. Doch gefriert es in den Eismeeren, wo das Eis oft in ungeheuer großen Stücken, Inseln und Bergen ähnlich, umherschwimmt. Eisberge (Stücke) von 1500 bis 1800 Fuß Höhe hat man gefunden. Solche Stücke oder Massen nennt man Treibeis. Indem sie, wie nicht selten geschieht, mit gewaltiger Kraft und großem Krachen gegen einander stoßen, bricht (weil wohl auch Holz zwischen dem Eise) manchmal ein helles Feuer aus. Das Treibeis besteht aus auf einander gethürmten Eisstücken, welche sich von den großen, zuweilen 150 Meilen langen und 60 Mei-

len breiten Eisfeldern, die man im Eismeere findet, losgerissen haben.

Die Farbe des Meerwassers ist durchweg grün, doch an verschiedenen Stellen verschieden grün: Dunkelgrün, heller, olivengrün, grün ins Indigoblaue gehend —. Oft ist es von ungemeiner Klarheit, so daß man z. B. im Caraibischen Meer Schildkröten auf 90 Fuß Tiefe sieht, und überhaupt all das Leben und Weben unzähliger Seegeschöpfe darin erblickt. Bei Nova Semlja hat man in einer Tiefe von 480 Fuß nicht allein den Grund, sondern auch auf demselben liegende Gegenstände erkannt. — Eine eigenthümliche Erscheinung ist das Meerleuchten in seiner dreifachen Verschiedenheit: 1) Das Leuchten der Furche, in welcher das fahrende Schiff das Wasser durchschneidet. Ob das ein electrisches Leuchten, durch eine Art Reibung, weil am Schiffe Pech, Eisen u. s. w. —?— Dieses Leuchten zeigt sich bald mehr, bald weniger stark und fast überall im Meer; — wenn mehr stark —, so versprechen sich die Fischer einen guten Fang. — 2) Das Leuchten der Meeresfläche bei Windstille und heißem Wetter, unter kleinem Wellenschlage, und um so mehr, je gleichförmiger die Bewegung des Wassers. In einer Tonne leuchtet das Wasser nicht, aber in einem offenen Gefäß bei einer Erschütterung leuchtet es. Man meint, es kommt von einem Phosphor, der sich bei jener Bewegung entwickelt, über die Oberfläche verbreitet, und an der Luft entzündet. Vielleicht erzeugt eine thierische Fäulniß diesen Phosphor, der nur durch die Wellenbewegung frei wird. 3) Das Leuchten durch die ganze Wassermasse bis auf den Grund hin. Vergrößerungsgläser (Mikroskope) zeigen eine Menge leuchtender Thierchen in dem Wasser. Das Wasser, durch Löschpapier geseihet, verliert seinen Glanz; aber destomehr Lichtpunkte findet man dann auf dem Papier. Mit dem Tode der Thierchen erlischt ihr Licht.

§. 51.

Meeresgrund verglichen mit der Landoberfläche der Erde. Nutzen der Berge und der Meerestiefe.

Die Geest liegt höher als die Marsch, und die Marsch höher als der Meeresgrund. Nicht überall auf der Geest ist es gleich hoch; es giebt da höhere und auch niedrigere Gegenden und Stellen. Freilich ist es in der Marsch auch nicht überall gleich hoch; aber doch giebt es darin da weniger Unterschied, als auf der Geest. Man kann auch auf der Geest viel weiter umhersehen als in der Marsch. Die höchsten Stellen unserer Geest nennen wir Berge, eben weil sie unsere höchsten Stellen sind. Wenn eine Erhöhung aber, wie einige wollen, erst dann Berg heißen darf, wenn sie wenigstens 2000 Fuß senkrechte Höhe hat, so haben wir in unserm Lande gar keine Berge; denn hier geben 600 Fuß fast die größte Höhe, die wir haben. Das ist wenig gegen die 3500 Fuß des Brockens, weniger noch gegen den Montblanc mit 14,700 Fuß, noch viel weniger gegen den Chimborazo mit 20,000 Fuß, und ganz unbedeutend gegen den Dawalagiri mit mehr als 26,000 Fuß Höhe. Wenn von der Spitze dieses letztern ein Stein bis zum Fuß des Berges frei herabfallen könnte, so wäre das ein Weg unterwärts so lang, als eine gerade Linie, die von hier nach L. hinreichte. Gegen solche Erhöhungen gehalten, giebt es bei uns nur Hügel, keine Berge.

Selten stehen große Berge einzeln für sich da, sondern sie sind meistens mit mehreren anderen, als zu einem Ganzen verbunden, und solche Ganze, welche aus mehreren Bergen bestehen, heißen Gebirge. So ist z. B. der Brocken ein Theil (die höchste Spitze) des Harzgebirges, der Dawalagiri ein Theil (auch die höchste Spitze) des Himalaya —. Die tiefen, niedrigen Stellen zwischen den Bergen oder Gebirgen heißen Thäler. Einige sind tief, andere flach. Sehr enge Thäler nennt man Schluchten,

sehr steile und tiefe — Klüfte. — Das wären demnach Verschiedenheiten, die wir auf dem festen Lande antreffen — wiederhole sie. — Kleine Unebenheiten pflegt man nicht weiter zu beobachten, und sonach bedeutende Strecken Landes, wo es keine größern Unebenheiten giebt, Ebenen zu nennen. Unsere Marsch, wie die ganze hiesige Gegend ist eine Ebene.

Wenn es auf dem Meere keine Wellen und sonstige Wasserbewegung gäbe, so würden wir auf der Oberfläche desselben eine vollkommene Ebene finden (das soll nur sagen: so weit das Auge reicht; denn sonst ist ja gerade die Meeresfläche das Erdkugelgewölbe). Wäre des Meeres Grund überall gleich weit vom Meeresspiegel entfernt (das Meer gleich tief), so wäre derselbe auch eine Ebene. Das ist er aber nicht, sonach hat auch des Meeres Grund seine Unebenheiten. — Ob's da aber auch Hügel, Berge, Gebirge und Thäler giebt? — Das lehrt die Erfahrung: es giebt Stellen, die so wenig tief sind, daß Schiffe kaum oder gar nicht über den Boden hinsegeln können; in der Nähe derselben wieder oft ganze Strecken von bald größerer, bald geringerer Tiefe. Durch das Senkblei und die Taucherglocke hat man Tiefen von 6000 Fuß und darüber gefunden. Gar auf Stellen, wo man den Grund nicht hat erreichen können, ist man gestoßen. — Das giebt ja alles Beweis, daß Erhöhungen und Vertiefungen im Meere sowie auf dem Lande abwechseln. Die Untiefen (nicht tiefen Stellen) haben oft nun wirklich die Gestalt einzelner Berge, oft auch gehen sie in ganzen Strecken vorwärts, wie Gebirge und Bergketten. Was sind auch die Inseln im Meer anders als Spitzen von Bergen oder gar Gebirgen, ähnlich denen des festen Landes? — So muß also der Boden des Meeres dem festen Lande wohl darin ähnlich sein, daß es auch da Ebenen, Hügel, Berge, Gebirge und Thäler giebt.

Oft geht zwischen Untiefen nur ein schmaler, oft sehr

tiefer Strom, wo die Schiffe hindurch können. Da könnten denn Schluchten oder Klüfte im Meere sein.

Manche Berge des festen Landes bestehen aus einer Steinmasse, und heißen Felsen. Zu ihrem Verderben haben es auch manche Schiffe, die daran sich zerstießen (scheiterten) erfahren, daß auch Meereserhöhungen oder Berge aus einer Steinmasse bestehen. Einige ragen aus dem Wasser hervor in die Höhe, und man sieht das Steinigte. Solche Steinberge des Meeres (sie mögen hervorragen oder ganz unter Wasser sein) nennt man Klippen. — Also wieder eine Aehnlichkeit. — Man hat gefunden, daß Gebirgsketten des Landes, die vor dem Meere aufzuhören scheinen, es oft nicht wirklich thun, sondern unter dem Wasser fortgehen, und auch da noch solche Ketten von Gebirgen bilden.

Am Fuße der Berge und Gebirge des festen Landes und auch sonst findet man häufig Quellen. Sorgfältige Untersuchungen haben gelehrt, daß auch im Meeresgrunde Quellen (sogar mit süßem Wasser) sich befinden. Warum sollte das unterirdische Wasser sich nicht auch unter den Meeresboden hinziehen und da hervorbrechen können?

Was wir von unserer Erde kennen, ist größtentheils nur die Oberfläche derselben. Die größte Tiefe, bis zu welcher der Mensch hinabgedrungen ist, beträgt etwa 3000 Fuß; wie wenig aber bedeuten diese gegen den halben Erddurchmesser, der doch 860 Meilen ist? Kaum als die Erdrinde kann das angesehen werden.

Das ist gefunden: Je höher, desto kälter (auf der Spitze des Montblanc ist es kälter, als auf dem Brocken ꝛc.); aber je tiefer in die Erde, desto höherer Wärmegrad (versteht sich, so weit Menschen bisher in die Tiefe gekommen sind). Sonnenwärme kann das wohl nicht sein; denn zwischen Winter und Sommer findet man in solcher Tiefe keinen Unterschied, auch dringt die Sonnenwärme nur wenige Fuß in die Erde. —

Außer den Erzgruben, welche Menschen gemacht ha-

ben, giebt es unterhalb der Erdoberfläche durch die Kräfte der Natur gebildete Höhlen von verschiedener Art und Größe. Schon im Harzgebirge findet man sie von beträchtlicher Größe, als: die Kelle, im preußischen Antheil daran, ½ Meile von dem Städtchen Ellrich, eine schöne Höhle, deren Eingang 50 Fuß hoch, die inwendig gegen 300 Fuß lang, 250 breit und 150 hoch ist. Sie ist in einem sehr mürben Gypsfelsen. Große Klumpen lösen sich oft davon ab, so daß die Gefahr da ist, daß die Höhle früher oder später gänzlich zusammenfällt. Sie enthält in ihrer Mitte ein sehr tiefes krystallhelles, außerordentlich kaltes Wasser, worin kein lebendes Wesen zu finden ist. Ein Frosch erstarrt bald darin, was aber auch mit von der scharfen beizenden Eigenschaft dieses Wassers herrühren kann. — Noch einer merkwürdigen Höhle im Harzgebirge wollen wir doch erwähnen, der Baumannshöhle, bei dem braunschweigischen Hüttenorte (Dorf) Rübeland. Den Namen hat sie nach dem Entdecker, dem Bergmann Baumann, der da hineingerieth, und, in Folge davon, daß er erst nach 2 Tagen den Ausgang fand, an Entkräftung starb. Wann das war, ist nicht genau bekannt, jedenfalls war die Höhle schon 1670 allgemein bekannt. Sie enthält außer vielen Nebengrotten 6 Hauptabtheilungen, von welchen die erste und größte 220 Fuß Weite und 31 Fuß Höhe hat. Alle 6 Nebenhöhlen zusammen haben eine Länge von 758 Fuß. Vielerlei Tropfsteinfiguren, die sich hier durch ein von der Decke herabtröpfelndes Wasser gebildet haben, gewähren einen in vieler Hinsicht interessanten Anblick. Mehrere dieser Figuren haben ihre Namen nach ihrer Aehnlichkeit mit bekannten Gegenständen. Ein vorzügliches Stück in der 4ten Höhle ist die klingende Säule, 8 Fuß hoch, die, wenn man daran schlägt, einen starken Klang giebt. — Eine Höhle von besonderer Größe ist die bei Castleton im hohen Peak in England. Sie hat eine Länge von etwa 2700 Fuß, und besteht aus mehreren Gewölben. Der

Eingang ist 42 Fuß. Nicht weit hinein findet man Häuschen, besonders ein Haus, dessen Bewohner Seilerei treiben. Flüßchen und Bäche, auch einen See, findet man hier, deren Rauschen in dieser Tiefe einen schauerlich angenehmen Eindruck macht. Eine Art Kahn, etwa wie ein offenes Faß, in welchem 2 Personen neben einander liegen können, dient zur Ueberfahrt.

Uebrigens bildet sich in einigen Höhlen Dampf und Stickluft, in andern Wind, in noch andern Eis. Auch Knochen von theils bekannten, theils unbekannten Thieren findet man in einigen. Besonders merkwürdig in dieser Hinsicht ist die erst 1821 in der Grafschaft York bei Kirkdale entdeckte Höhle. Nach dieser Entdeckung glaubt man über das hohe Alter solcher Knochen, wie man sie auch in andern Höhlen früher genug gefunden, zu wichtigen Aufschlüssen gekommen zu sein, als: Diese Knochen seien Ueberbleibsel einer einstigen allgemeinen — wahrscheinlich der Noahischen — Fluth —.

Um nun die Vergleichung mit dem Meergrunde fortzusetzen, müßten wir annehmen: Die unermeßlichen Tiefen des Meeres führen auch in Höhlen. Aus genauen Untersuchungen hat sich aber auch wirklich ergeben, daß der Meeresgrund ebenfalls seine Höhlen hat.

Die Ebenen, Berge und Gebirge — des festen Landes sind mit Gras und vielen andern Pflanzen bedeckt. Auch auf dem Meeresgrunde giebt es Pflanzen verschiedener Art.

Thiere leben auf dem Lande, und — wer kennt ihre Zahl? — Sicher ist die Zahl und Mannigfaltigkeit derselben im Meer nicht geringer.

Auf der Landfläche findet man der Erdarten mancherlei: Moor = und Steingrund, Sand, Lehm, Thon, Schlamm —. So auch auf dem Boden des Meeres.

Nun noch das Allerhauptsächlichste über die Wohlthä-

tigkeit der Berge und der Meerestiefe. Unsere meisten und ergiebigsten Quellen haben ihren Ursprung in den Bergen und durch die Berge. Ohne an die Hauptquellen zu denken, die nicht so allgemein sind, so liefern das reinste Trinkwasser uns doch die Quellen.

Unser Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Edelgesteine und andere Mineralien, welche uns so nützlich sind, erzeugen sich meistens in den Bergen.

Manche heilsame und sonst nützliche Kräuter wachsen nur an und auf Bergen.

Auch giebt es nützliche Thiere, welche nur auf Gebirgen wohnen können (Gemsen —).

Die Höhlen in den Gebirgen waren von jeher Schutz- und Zufluchtsörter für Menschen und Thiere, besonders in Gegenden, wo es ohne jene dem Wanderer manchmal am nächtlichen Obdach fehlen würde (David, Saul —).

Das Meer ist der Sammelplatz des Wassers, welches die Quellen den Bächen, diese den Flüssen liefern, die sich doch fast alle zuletzt ins Meer ergießen. Hätte das Meer seine Tiefe nicht, so müßte ein großer Theil des jetzigen trockenen Landes sich mit Wasser bedecken.

Das Meer schickt von seinem Wasser so viel wieder in die Luft, daß Wolken genug sich bilden können, dem Lande den nöthigen Regen und Schnee zuzuführen. Ohne die gegenwärtige Größe und Tiefe des Meeres würde hier gewiß ein Mangel entstehen.

Viele Meerbewohner bedürfen ihrer Größe wegen einer großen Meerestiefe, um sich frei bewegen zu können.

So ist also auch hier von Gott aufs weiseste alles abgemessen und vertheilt, und gewiß unendlich viel weiser als wir es wissen und verstehen.

§. 52.

Atmosphäre und atmosphärische Luft. Größe des Luftdruckes auf den Menschenkörper und jeden bestimmten Flächenraum. Galilei und Torricelli. Barometer, als Wetterglas, als Höhenmesser. Stärke des Luftdrucks nach Verschiedenheit der Höhe. Gefäßbarometer, Heberbarometer, Reisebarometer, Wasserbarometer. Saugepumpe.

Die Oberfläche der Erde ist dem größten Theile nach (gegen drei Viertel des Ganzen) Wasserfläche, wogegen der übrige Theil Landfläche ist. Das eigentliche Oben von der Erde ist das aber noch nicht. Höher ist die Luft, die doch auch zur Erde gehört. Sonach aber wüßten wir die wirkliche Oberfläche der Erde gar nicht, da wir die Luftgrenze nicht wissen. Nehmen wir an, diese Grenze sei überall gleich hoch, so können wir die ganze Luftmasse, welche die Erde umgiebt, als eine Hohlkugel ansehen. Sie heißt die Atmosphäre (Luftkreis, Dunstkreis, könnte auch und eher noch Luft- oder Dunstkugel genannt werden). Sie gehört eben so wesentlich mit zur Erde, wie Land und Wasser, sie bewegt sich mit der Erde um die Axe, und auch um die Sonne. In ihr sammelt sich vielerlei, was mit zur Erde gehört, und nur wegen großer Leichtigkeit sich in die Luft erhebt. Besonders sind dieses Dünste, die von der Erde aufsteigen, woher eben der Name Dunstkreis, und was das Wort Atmosphäre auch mit bezeichnet. Sie ist der Sammelplatz vieler Naturgegenstände und Erscheinungen: — Wolken mit Regen, Schnee, Hagel —, Donner und Blitz —, Nord- und Südlichter, Wetterleuchten und St. Elmsfeuer, Sternschnuppen und Feuerkugeln, — Nebel u. s. f. — Woher wird denn wohl die uns umgebende Luft die atmosphärische Luft genannt? — Diese Benennung hat ihren guten Zweck; denn wir werden bald sehen, daß es auch andere Luftarten giebt, welche diesen Namen

nicht führen. Es theilen sich ja überhaupt die luftförmigen Flüssigkeiten in 2 Arten: in solche, die stets und unter allen Umständen ihren luftförmigen Zustand, sobald sie nämlich für sich dargestellt bestehen, behalten, und in solche, die ihre Luftnatur nur bis zu einem gewissen Grade von Erkaltung und Pressung bewahren. Jene heißen vor den andern: Luft- oder Gasarten, diese — Dämpfe (Dünste —).

Wie hoch die atmosphärische Luft sich erstreckt, weiß man nicht, und es ist dieses auch schwer zu bestimmen. Diejenige Höhe, wo sie noch so dicht ist, daß sie Kraft hat, die Sonnenstrahlen zurückzuwerfen oder doch zu brechen, glaubt man aus der Abend- und Morgendämmerung erschlossen und gegen 10 Meilen gefunden zu haben. Electrische Erscheinungen will man wohl 3mal so hoch wahrgenommen haben. — Wo aber die Grenze? — Das könnte, wenn auch nicht in Zahlen, etwa so sich ergeben: Die Schwere hält die Luft mit der Erde, mit welcher sie ja auch rotirt, in Verbindung. Ohne die Schwere würde sie schon in Folge der Centrifugalkraft, und mehr noch, da ihre Expansivkraft hinzukommt, ins Unendliche verfliegen. Je höher aber, desto geringer die Wirkung der Schwere auf sie und desto größer die Centrifugalkraft. Da giebt es denn ja nothwendig eine Stelle, wo letztere die Schwere völlig überwindet, und — da muß die Grenze doch wohl sein.

Was heißt es noch: die Luft ist ausdehnbar flüssig? (s. §. 8.) — Diese Eigenschaft der Luft nennt man die Ausdehnbarkeit oder Expansibilität der Luft; die Luft ist expansibel, sagt man deßfalls. Das ist nichts anders als Elasticität, die sich bei der Luft, bloß auf das Bestreben nach Ausdehnung erstreckt.

Daß die atmosphärische Luft eine Wassersäule in einer Luftleere zu tragen im Stande sei, das wußte man früh. Wenn man fragte, wie das angehen könne, so antwortete man wohl: „Das kommt von dem Abscheu der Natur gegen den leeren Raum.“ Nun hatte man in der Zeit als

der berühmte Naturforscher und Astronom Galilei lebte, zu Florenz eine hohe Saugepumpe gebaut. So viel man dabei auch arbeitete, so wollte das Wasser so hoch nicht steigen, als man es haben wollte; es blieb oben in der Pumpe eine Leere, wohin kein Wasser stieg. Man fragte Galilei. Der befand sich dabei in einiger Verlegenheit, da das mit dem Gesetz: Abscheu der Natur gegen den leeren Raum —, in Widerspruch zu stehen schien. Doch hob er diesen dadurch, daß er sagte, dieser Abscheu der Natur habe seine Grenzen. Die wahre Ursache brachte Torricelli, ein Schüler Galilei's, mehr aber noch, eines Schülers desselben, heraus. Er füllte eine 3 Fuß lange an beiden Enden offene enge Glasröhre mit Queckſilber, verschloß darauf das eine Ende luftdicht, und kehrte das andere, während er einen Finger vor die Oeffnung hielt, nach unten, brachte dieſes Ende aber, indem er nun den Finger wegzog, in ein Gefäß mit Queckſilber. Aus der Röhre lief nun nur soviel heraus, daß eine Queckſilbersäule von $2\frac{1}{3}$ Fuß oder 28 Zoll Höhe in derselben stehen blieb. Oben blieb ein luftleerer Raum, der den Namen Torricelliſche Leere bekommen hat. Es war der Druck, den die Luft in Folge ihrer Expanſibilität von unten übte, wodurch ein solches Queckſilbergewicht getragen wurde; das erkannte Torricelli nun bald, indem er dachte: das Wasser steigt gegen 32 Fuß und läßt den Raum oben leer und Queckſilber steigt nur 28 Zoll —. Letzteres ist aber auch gegen 14 mal so schwer als ersteres, und 28 Zoll ist ja 14 mal so niedrig als 32 Fuß.. Es muß also etwas sein, was das Queckſilber nur so hoch, das Wasser aber, weil es leichter ist, so viel höher heben kann. Was kann aber das hier anders sein, als die Luft? — Es war um das Jahr 1643, als er diese seine Entdeckung der Welt bekannt machte.

Da er das nun wußte, so war es ihm auch klar, warum die Florentiner das Wasser in ihrer Pumpe nicht über 32 Fuß hatten in die Höhe treiben können.

Eine Luftsäule von dem Grundflächeninhalte, womit sie auf eine Queckſilbersäule drücken kann, ist im Stande, diese gegen einen leeren Raum 28 Zoll hoch zu heben; sowie unter derselben Voraussetzung eine Wassersäule $31\frac{1}{2}$ Fuß. Nun ist Oel noch leichter als Wasser; wie würde es demnach um den Einfluß der Luft auf eine solche Oelsäule stehen? Sonach ist es Naturgesetz:

Je leichter eine Flüssigkeit —, einer um so größern Säule derselben kann die atmosphärische Luft das Gleichgewicht halten.

Es ist damit, wie mit Communicationsröhren, wo in der einen eine leichtere Flüssigkeit ist (hier ist es die Luft), in der andern eine schwerere (Wasser, Queckſilber).

Eine Wassermasse, die 1 Quadratfuß Grundfläche und 1 Fuß Höhe hat, ist 1 Cubikfuß; wenn 2 Fuß Höhe, so 2 Cubikfuß, sowie, wenn $31\frac{1}{2}$ Fuß Höhe $31\frac{1}{2}$ Cubikfuß. Wenn denn nun eine Wassersäule eine Grundfläche von 1 Quadratfuß hätte, wogegen ein Luftdruck geübt würde, so würde die Luft einer Wassermasse von $31\frac{1}{2}$ Cubikfuß Inhalt das Gleichgewicht halten. Einen Cubikfuß Wasser rechnet man reichlich 50 *U.* schwer. Demnach drückte die Luft auf eine Fläche von 1 Quadratfuß mit $31\frac{1}{2}$ mal 50 = 1575 *U.* Wenn man die Oberfläche eines ausgewachsenen Menschenkörpers auf 15 Quadratfuß rechnet, wie man es mit Wahrheit kann, so sehen wir, daß der Mensch von Außen her einen Luftdruck von mehr als 15 mal 1575 = 23625 *U.* Gewicht zu tragen hat. Das scheint unmöglich und geht doch an, da die Luft von Innen mit eben so viel Stärke entgegendrückt und damit ein volles Gleichgewicht zwischen äußerem und innerem Luftdruck besteht. Dazu kommt, daß beides, der innere und äußere Druck, auf alle einzelne Punkte des Körpers durchaus gleich stark ist, woher wir auch von einem Druck nirgends etwas fühlen. Würde der Mensch sich dem Druck der äußern Luft einen Augenblick entziehen, so würde die innere Luft vermöge ihrer

Expansibilität gleich nach allen Richtungen hin mit solcher Gewalt sich ausdehnen, daß der Körper gesprengt würde. Der berühmte Naturforscher Humboldt bestieg den Chimborazo bis auf 16,600 Fuß Höhe. Da quoll ihm Blut aus Augen, Lippen und Zahnfleisch. Gehört der Fall hierher? warum? — (Woher kommt es noch, daß, je höher —, die Luft desto dünner? [§. 8.]). Giebt nicht auch das Anschwellen des Fleisches unter den Schröpfköpfen ein Belege dazu? In wiefern das? — Wenn die Luft, die in der Nähe der Erde 800 mal so leicht ist als Wasser, überall gleich dicht wäre, wie ließe sich denn es berechnen, wie hoch die Atmosphäre sein müßte? —

Ehe wir noch einige andere Erscheinungen nach Torricelli's Entdeckung zu erklären suchen, sowie über einige Anwendungen sprechen, welche Menschen von derselben gemacht haben, müssen wir noch erst auf die Torricellische Röhre (wie die enge Glasröhre, womit er seine Entdeckungsversuche machte, genannt wird) wieder zurückblicken. —

Ungefähr auf 28 Zoll (das merkte man) hob die Luft das Queckfilber in der Torricellischen Röhre. Aber selten blieb es mehrere Tage hindurch gerade auf derselben Höhe stehen, es sank etwas, und stieg auch wohl etwas höher, so daß es sich ungefähr zwischen $26\frac{1}{2}$ und 29 Zoll Höhe auf und nieder bewegte, dieses aber ganz unregelmäßig, bald mehr bald weniger, bald öfterer, bald seltener. Der Druck oder die Expansivkraft der Luft mußte sich also von Zeit zu Zeit verändern. Was kann denn diese Kraft verändern? fragen wir. — Mit Sicherheit können wir auf diese Frage wenig antworten. Doch dieses: Sind die Dünste, womit die Atmosphäre beständig angefüllt ist, im möglichst hohen Grad ausgedehnt, so haben sie die größtmögliche Expansibilität. Damit hat sich die der Luft selbst eigenthümliche Expansivkraft verbunden, und so sich ihr Druck (ihre Tragekraft) vermehrt. Das Queckfilber muß also sehr hoch steigen. Fangen aber die Dünste an, tropfbar flüssig zu

werden, so daß die Luft, wie man sagt, feucht wird, so muß die Expansivkraft der Luft sich vermindern, und dadurch das Queckſilber in der Röhre zum Sinken (Fallen) gebracht werden. Dieſes hat ſich dem Beobachter auch vielfältig ſo ergeben. Da demnach davon, ob die Luft trocken oder feucht, trockenes Wetter oder Regen zu erwarten ſei, das Steigen oder Fallen abzuhängen ſchien, ſo kam man auf den Gedanken, die Röhre Torricelli's als Witterungsverkündigerin zu benutzen. Wetterglas nannte und nennt man ſie darum gewöhnlich. Das lehrt auch die Erfahrung: Je mehr Witterungsveränderung, deſto mehr Veränderung des Queckſilberſtandes. In der heißen Zone und gegen dieſelbe hin iſt das Wetter viel weniger unbeſtändig als bei uns. Da hat aber auch das Queckſilber einen mehr feſten Stand. — Daher iſt es natürlich, daß man die beſagte Röhre ſo einzurichten geſucht hat, daß ſie doch ihre Beſtimmung als Wetterglas möglichſt gut erfüllen könne. Folgendes iſt das Weſentliche dabei:

Die Glaswalze macht man ungefähr 30 Zoll lang; die Röhre darin eine Linie im Durchmeſſer und überall gleich weit. In den Zwiſchenräumen des Queckſilbers iſt Luft. Würde nun ohne Weiteres die Röhre mit Queckſilber gefüllt, ſo würde die darin enthaltene Luft bald den obern leeren Raum auszufüllen ſtreben. Das brächte aber gleich Unordnung hervor. Daher kocht man erſt die Luft aus dem Queckſilber heraus, und fängt dann an, die Röhre ganz nach und nach mit dem ausgekochten Queckſilber zu füllen. Bei jedem kleinen Theil aber, den man hineingefüllt hat, bringt man das Queckſilber in der Röhre erſt wieder zum Sinken, um die etwa dazwiſchen gerathene Luft wieder wegzuſchaffen. Viel Zeit hat man ſonach dabei nöthig.

Um eine ſolche Röhre bequemer gebrauchen zu können, pflegt man ſie unten umzubiegen, und an dem umgebogenen Theil die Höhlung zu einer Kugel- oder Birngeſtalt aufzublaſen und hierin oben eine kleine Oeffnung entſtehen

zu lassen. Darauf befestigt man die Röhre an ein dazu eingerichtetes Brett, um ein zu leicht mögliches Zerbrechen zu verhüten. An dem Brett ist längs der Röhre eine Eintheilung in Zoll und Linien gemacht, woran die Höhe des Queckſilberſtandes erſt erkannt werden kann. Da aber das Queckſilber nicht über 29 Zoll ſteigt und nicht unter 25 Zoll herabſinkt, ſo bedarf es nur der Eintheilung innerhalb dieſer beiden Grenzen. Die gleichen Theile, die man hier gemacht hat, pflegt man Grade zu nennen, und daher den eingetheilten Maaßſtab (hier am Brett) die Gradleiter oder Scala.

Was kann denn ſolches Inſtrument eigentlich leiſten? — Unmittelbar kann es die Stärke des Luftdrucks oder die Größe der Expanſivkraft der Luft mit einiger Sicherheit angeben. Dieſe iſt nicht immer von dem Grade der Dichtigkeit oder dem Gewicht (der Schwere) der Luft abhängig; denn eine durch Wärme verdünnte Luft kann einer dichtern das Gleichgewicht halten. Doch kann es als Regel gelten: Je dichter oder ſchwerer die Luft, deſto größer ihr Druck. Eben daher nennt man die für die Kenntlichmachung des Luftdruckgrades eingerichtete Torricelliſche Röhre auch Schwermeſſer oder Barometer.

Im gemeinen Leben wird das Barometer (wie oben gezeigt) auch als Wetterglas benutzt, aber ſicher iſt die Wetterprophezeihung deſſelben nicht; denn es giebt auch noch andere Urſachen der größern oder geringern Lufterpanſibilität, als Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft. Sowie z. B. Wärme überhaupt die Körper ausdehnt, ſo auch das Queckſilber, welches dadurch zum Steigen gebracht wird, und umgekehrt — Kälte. Auch gewiß noch andere Urſachen können machen, daß wider die Regel bei bevorſtehendem Regen das Barometer mehr ſteigt als fällt, ſowie bei nahem Schönwetter es mehr fällt als ſteigt.

Auch die Gegend, woher der Wind weht, hat auf den Barometerſtand einen meiſt gewöhnlichen Einfluß, bei Oſtwinden iſt der Stand in der Regel ein höherer, bei Weſt-

winden ein mehr niedriger, ohne daß die darauf folgende Witterung gerade allemal die ist, die man erwartet hat. Die Erfahrung lehrt hier so einiges, wovon man die Ursache nicht genau nachzuweisen noch im Stande ist, als: daß das Barometer, selbst in Gegenden wo es sonst einen ziemlich festen Stand behält, bei bevorstehenden Orkanen oder gar Erdbeben plötzlich tief sinkt.

Indem man das Barometer als Wetterglas ansieht, so pflegt man neben der Gradleiter noch die Namen des Wetters mit anzugeben, welches bei bestimmten Barometerhöhen einzutreffen pflegt.

Sicherer aber, als zur Vorherbestimmung der Witterung kann uns das Barometer als Höhenmesser Dienste leisten. Je höher, desto dünner, daher weniger expansibel, ist die Luft, und desto tiefer dann auch der Barometerstand. Das bestätigen Beobachtungen, die man beim Ersteigen hoher Berge und bei Luftfahrten angestellt hat. Auf 75 Fuß Höhe fand man das Queckſilber 1 Linie gesunken, auf 2 mal 75 Fuß — 2 Linien, und so war allemal das Queckſilber so oft 1 Linie gesunken, so vielmal 75 Fuß man in die Höhe gekommen war. —

Wenn man demnach eine gewisse Höhe erstiegen oder mit dem Luftballon erreicht hat, ohne zu wissen, wie viel —, und man beobachtet nun das Barometer, das man mit sich führt, so wird man ausrechnen können, wie hoch man gekommen. Wie hoch nämlich, wenn etwa das Queckſilber $\frac{1}{4}$ Zoll gesunken sein sollte? — — Dabei ist jedoch zu erinnern, daß nur bis zu einer gewissen Höhe dieser Unterschied mit einiger Genauigkeit Statt findet; je höher aber, desto mehr über 75 Fuß hinaus muß man höher gekommen sein, ehe das Queckſilber gerade 1 Linie gesunken ist. Bis gegen 6000 Fuß hoch gilt jener Unterschied ohne sehr merkliche Abweichung. Höher aber wird die Abweichung immer größer, so daß (wie man gefunden zu haben versichert) auf ei-

nem 18000 Fuß hohen Berge das Queckſilber nur auf 14 Zoll ſteht.

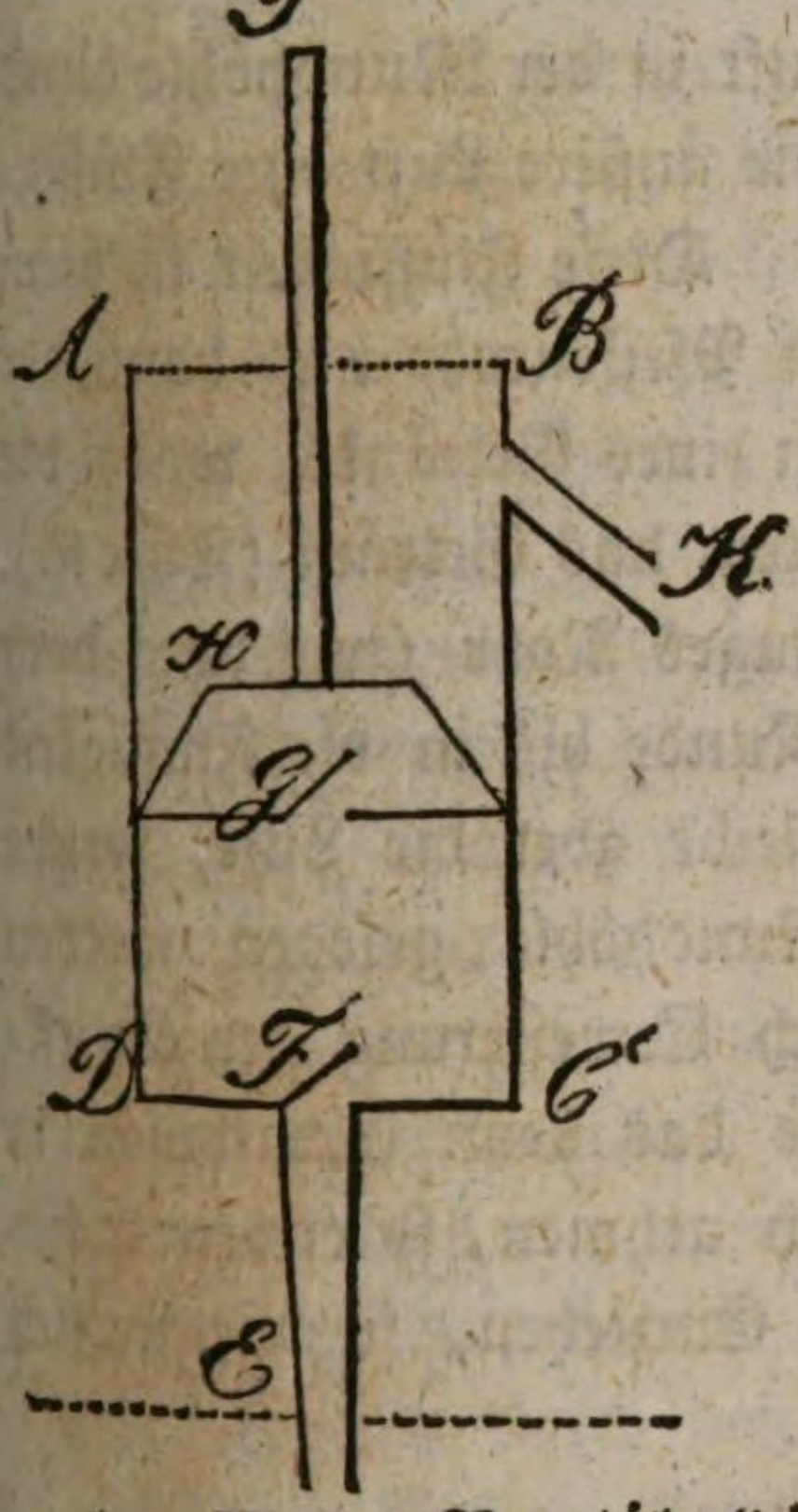
Das alſo ergiebt ſich, das Barometer kann als Höhenmeſſer gebraucht werden.

Unter mehrern Geſtalten, die man dem Barometer zu geben pflegt, ſind zwei die gewöhnlichſten, und danach unterſcheidet man das Gefäßbarometer und Heberbarometer. Wir denken uns: 1. Das Gefäß- oder Kapſelbarometer. Das iſt die bereits oben bezeichnete Röhre, die, unten umgebogen, in eine Glaskugel oder Birngeſtalt endigt, mit einer kleinen Oeffnung, um dem Druck der Luft auf das Queckſilber Zugang zu verſchaffen. In den neuern Gefäßbarometern iſt oft das untere gerade auslaufende Ende der Röhre in eine hölzerne, mit Queckſilber angefüllte Kapſel gekittet, an deren oberm Theil die erforderliche kleine Oeffnung iſt. 2. Das Heberbarometer. Dieſes hat nur einen unten aufwärts gebogenen Schenkel, der mit der Hauptröhre parallel etwas in die Höhe geht und oben die Oeffnung hat, wodurch der Luftdruck Zugang erhält. (Beide Arten ſind ſo häufig vorhanden, daß ſie leicht vorgezeigt werden können, und es ſo der Zeichnung hier nicht bedarf.)

Das Barometer, deſſen man ſich als Höhenmeſſer bedient, muß man auf der Höhenreiſe mit ſich führen. Da iſt ein Schütteln des Queckſilbers nicht zu vermeiden, und dabei ſetzt ſich leicht Luft dazwiſchen oder es entſteht ſonſt eine Unordnung. Daher hat man auf eine beſondere Einrichtung für Reiſebarometer geſonnen. Mehrere Einrichtungen ſind deßfalls getroffen; eine iſt eine eigene Vorrichtung, wodurch das Queckſilber in der Röhre ſo feſt verſtopft werden kann, daß es auch beim Rütteln und Schütteln unbeweglich bleibt.

Warum hat man keine Waſſerbarometer, ſondern immer nur Queckſilberbarometer? — Erſtens würde ſolches ja über 32 Fuß Höhe haben müſſen. Das gäbe an

sich schon große Unbequemlichkeit, und von Glas, als etwas Durchsichtigem, um die Wasserhöhe beobachten zu können, müßte es doch sein; da aber denke man nur an die Zerbrechlichkeit des Glases. — Zweitens würde die in dem Wasser beständig befindliche atmosphärische Luft gleich in den oben leeren Raum der Röhre übertreten, und so das Wasser auf einen bald mehr bald weniger niedrigen Stand herunterbringen.



Wie es mit der Wirkung, welche eine Saugepumpe hervorbringt, zugeht, erklären wir uns leicht. Es folge hier bloß eine kurze Bezeichnung derselben. Die Röhre **ABCD** heißt der Stiefel. Die engere Röhre, die von unten bis **E** im Brunnen steht, das Saugrohr, **F** das Ventil (die Klappe) des Saugrohrs, das nach oben sich öffnen kann, **G** das Ventil des Kolbens, der genau in den Stiefel paßt, und darin auf- und niedergezogen werden kann, **JH** die am Kolben befestigte Stange, denselben auf und nieder zu ziehen, und **K** der Ausguß. — Wird der Kolben niedergestoßen, so drängt sich die Luft durch das sich öffnende Ventil **G** hindurch. Man zieht den Kolben wieder in die Höhe, und **G** verschließt sich, aber **F** öffnet sich, und die Luft im Saugrohr verbreitet sich in den luftleeren Stiefel hin. Das giebt verdünnte Luft. Durch Wiederholung des Auf- und Niederstoßens des Kolbens verdünnt sich die Luft mehr und mehr, und aus dem Brunnen drückt die äußere Luft schon beim ersten Zuge etwas, und dann immer mehr Wasser in den Stiefel, und dieses bald durch den Kolben hindurch bis zum Aus-

gußrohr bei K hinaus. — Was ist Ursache bei jedem einzelnen Punkte hier?

Ist hier Aehnlichkeit mit dem Saugen an einer Tabackspfeife? mit dem Einschlürfen des Thee's oder Kaffee's? — welche? —

Wer saugt, verdünnt die Luft in der Mundhöhle durch Erweiterung derselben, so daß die äußere Luft eine Flüssigkeit in diese Höhle hineindrängt. Diese Flüssigkeit ist beim Tabackrauchen zuerst die Luft im Pfeifenrohr und dann der Rauch, — und beim Einschlürfen eines Getränks, wobei die Lippen sich zu einer Röhre gestalten, das Getränk (Thee ꝛc.). Letzteres kann auch durch ein langes Rohr (wie lang doch höchstens nur?), welches vom Munde bis in die Flüssigkeit hinabreicht, geschehen. — Wo bleibt aber die Luft, welche erst aus dem Rohr in die Mundhöhle gesogen werden muß? — Diese zieht in die durch Erweiterung der Brusthöhle ausgedehnten Lungen, wie das beim Einathmen ja stets Statt findet; denn wenn wir athmen, so erweitert sich die Brusthöhle, und zwar beim Einziehen, so wie sie sich verengt beim Ausstoßen der Luft.

§. 53.

Der gewöhnliche Heber. Czirknitzer See. Hungerbrunnen. Verirbecher. Zaubertrichter. Bouteille —. Taucherglocke. Das Cartesianische Täucherchen. Knallbüchse. Blaserohr. Windbüchse. Heronsbrunnen. Feuerspritze.

Jetzt wollen wir einige Erscheinungen kennen lernen, welche Folgen sind von dem Druck, welchen die Luft theils in ihrem natürlichen, theils aber auch in einem durch Menschen herbeigeführten Zustande auf Gegenstände ausübt.

Wir wollen uns einmal eine umgebogene, oder eine aus zwei Schenkeln bestehende Röhre (von Blech, Glas oder von mehreren in einander gesteckten Gänsehalsröhren) denken, von der der eine Schenkel kürzer ist, als der andere.

Wenn das, so haben wir einen gewöhnlichen oder gemeinen Heber. Bringen wir die Mündung des kürzern Schenkels in eine Flüssigkeit, etwa in das Spundloch eines hinreichend gefüllten Bierfasses und saugen dann an der Mündung des herabhängenden längern Schenkels, so wird in dem Augenblick der ganze Heber sich mit Bier füllen, und (indem man mit dem Saugen inne hält) dieses so lange aus dem äußern Schenkel herauslaufen, als die Mündung des kürzern unter der Oberfläche des Biers im Fasse ist. (Durch eine Zeichnung, wenn nicht durch einen Versuch selbst, läßt sich das leicht veranschaulichen.) Wie hängt diese Erscheinung mit dem Luftdruck zusammen? — Durch das Saugen wird der Heber fast ganz luftleer, und die äußere Luft drückt das Bier in die Röhre, so daß beide Schenkel davon voll werden. Die Schwere der Biersäulen in beiden Schenkeln wirkt dem Luftdruck entgegen, und die der höhern Säule im längern Schenkel wegen ihres Uebergewichtes am meisten. Daher läuft das Bier aus diesem heraus, während der Luftdruck die dadurch entstehende Leere sogleich durch den kürzern Schenkel wieder mit Bier ausfüllt. Auf die Art kann man im Kurzen ein Faß ganz leer laufen lassen. Vorausgesetzt wird hierbei, daß der kürzere Schenkel nicht über 31—32 Fuß über die Flüssigkeit hervorragt (warum das? —) und der äußere Schenkel allemal länger ist als der hervorragende Theil des kürzern. — Ob übrigens die Röhre durch Saugen luftleer gemacht wird oder auf andere Art, darauf kommt es nicht an. Es muß nur dafür gesorgt werden, daß sie, indem der kürzere Schenkel das Wasser berührt und der längere nach Außen geht, mit Wasser gefüllt wird.

Ein Landsee, der Czirknitzer See, im Herzogthum Krain scheint mit einem natürlichen Heber im Innern der Berge, die ihn umgeben, in Verbindung zu stehen. Er nimmt einen Raum ein von beinahe 3 Quadratmeilen. Vier Inseln bildet er; auf der einen liegt ein kleines Dorf.

Er hat viele trichterförmige Vertiefungen. Mehrere kleine Flüsse ergießen sich in denselben. Daher sollte man denken, daß er beständig Wasser genug enthalten müßte, besonders dann, wenn dazu es viel regnet oder viel Schnee und Eis aufthauet. Das aber ist nicht so; gerade dann kann er auf einmal oder in ganz kurzer Zeit fast all sein Wasser verlieren, so daß da, wo bisher Wasservögel sich aufhielten, bald das Vieh seine Weide findet. In trockner Zeit dagegen erhält sich das Wasser in demselben. Wie das angehen kann, wollen wir zeigen. Man nimmt an, es steht durch eine oder mehrere jener trichterförmigen Vertiefungen mit diesem See ein unterirdischer heberartiger Kanal, in den Bergen, in Verbindung. Wenn sich der Kanal nämlich erst etwas erhöbe, nachher aber viel tiefer wieder senkte, so würde das Wasser, so lange es in dem See die höchste Höhe des Kanals nicht erreichte (es den Heber noch nicht ganz ausfüllte), nicht abfließen. Käme nun viel Regen- oder Schneewasser, so würde es so hoch steigen, und wie durch einen gewöhnlichen Heber völlig abfließen, und der See sein Wasser verlieren.

Man kennt auch Quellen oder Brunnen, die unerwartet ihr Wasser verlieren können —, und man vermuthet eine ähnliche Ursache. Doch giebt es auch Quellen, die nur in trockener Zeit ihr Wasser verlieren. Da ist denn Mangel an Zufluß die Ursache. Woher es auch kommen mag, so nennt man solche Quellen oder Brunnen wohl Hungerquellen oder Hungerbrunnen. Woher wohl dieser Name? —

Es hat längst schon einen Becher gegeben, der einen sogenannten Hungerbrunnen oder den Czirknitzer-See vorstellen oder veranschaulichen kann. Man kann Wasser, Bier oder Wein in den Becher gießen, und es bleibt darin wie in einem andern Gefäß. Aber gießt man ihn beinahe voll, so verliert sich plötzlich das Bier u. s. w. ganz oder bis zu einer gewissen Tiefe, und wenn man auch noch so viel

hintennach gießt. Verirbecher heißt ein solcher. — Wie jenes angeht? — Der Becher hat doppelte Wände, zwischen welchen ein offener Raum ist, und da befindet sich ein gewöhnlicher Heber, der nicht sichtbar ist. Der kürzere Schenkel hat seine Mündung in der innern Wand nicht ganz nach unten, aber noch weniger nach oben hin. Die Mündung des längern Schenkels geht unten durch den Boden der äußern Wand. Der Heber übrigens reicht beinahe, nicht ganz bis an die Oberfläche des Bechers. Auf diese Art kann der Becher ungefähr ganz voll gegossen werden, ehe der Heber angefüllt wird, Bier u. s. w. herausläuft; plötzlich aber kommt dieses dann, oft gerade dann erst, wenn man den Becher vor den Mund halten und trinken will. Warum der Name Verirbecher, — das denkt man sich nun leicht.

Eine andere Art Heber ist der Stechheber. Das ist eine gerade Röhre gewöhnlich nach oben hin weiter, als unten. Die Röhre hat fast die Gestalt unserer Lichtformen, in der unsere Lichtgießer den Docht der Länge nach spannen und in die sie darauf den geschmolzenen Talg gießen. Jene Röhre hat unten und oben eine Oeffnung, unten etwas enger als oben. Hält man dieselbe mit dem untern Theil in die Flüssigkeit, so zieht sich diese hinein und so hoch, als sie in dem Faß ist. Wenn ich nun einen Daumen auf die obere Oeffnung drücke und die Röhre aus dem Fasse herausziehe, so läuft von der Flüssigkeit nichts heraus. (Wie hängt diese Erscheinung mit dem Druck der Luft zusammen? — Wenn Wasser darin wäre, wie hoch dürfte dann die Wassersäule höchstens nur sein?) — Halte ich nun die Röhre über ein Bierglas, und nähme den Daumen von der obern Oeffnung weg, so liefe die Flüssigkeit da hinein; warum? — Man bedient sich dieses Werkzeuges, um aus einem Weinfasse zur Probe Wein durch den Spund herauszuheben oder auszustechen. Daher der Name Stechheber.

Ein Spielwerk mittelst eines verborgenen Stechhebers ist der sogenannte Zaubertrichter. Er besteht aus 2 so in einander geschobenen Trichtern, daß er ganz das Ansehen eines einfachen Trichters hat. Im Grunde machen beide auch zusammen nur doppelte Wände eines Trichters aus, welche eine Höhlung zwischen sich lassen, die als Stechheber gelten kann. An der äußern Wand ist oben unter dem Griff eine kleine Oeffnung (obere Oeffnung des Stechhebers). Unten am Ausflusse tritt die untere Oeffnung des Stechhebers mit der des innern (erkennbaren) Trichters in Verbindung. Tauchen wir das Werkzeug in ein Gefäß mit Wasser, so füllen sich Trichter und Stechheber zugleich damit. Fasse ich es nun beim Griff, indem ich unvermerkt den Daumen gegen die Oeffnung daselbst drücke, und so es in die Höhe hebe, so läuft das Wasser aus dem einen Trichter gleich heraus. Ziehe ich kurz darauf den Daumen zurück, so wird der, der die verborgene Ursache nicht weiß, sich wundern, daß nun noch mehr Wasser (das aus dem Stechheber) herausläuft. Darauf tauche ich, ohne daß der Zuschauer es sieht, den Trichter (wie vorher in Wasser, so nun) in ein Gefäß mit Wein, lasse aber, indem ich die obere Stechheberöffnung zuhalte, den Wein eben so unbemerkt aus dem Trichter selbst wieder herauslaufen. Nun tauche ich, indem ich den Daumen noch immer gegen die Oeffnung halte, vor den Augen des Zuschauers den Trichter wieder in Wasser. Der Trichter selbst wird sich damit füllen, in den Stechheber aber kommt nichts davon (warum nicht?). Ich hebe den Trichter empor und das Wasser läuft herunter. Aber nun kommandire ich, daß noch Wein nachkommen soll, indem ich den Trichter über ein Trinkglas halte, und — es geschieht. Das wird überraschen, uns aber nunmehr nicht — warum nicht? —

Wird eine in einem Thal verschlossene (leere) Bouteille auf einem sehr hohen Berge geöffnet, so fährt die darin ent-

haltene Luft mit einem großen Gezisch heraus. Wie geht das zu? — Was wird man dagegen wahrnehmen, wenn eine auf einem hohen Berge zugepfropfte Bouteille in einem Thal geöffnet wird? — Woher das? Eine straff ausgedehnte Blase wird auf dem Berge größer, vielleicht gar bersten oder zerplatzen — woher das? —

Wir gehen zu andern Erscheinungen. Zum Athmen bedürfen wir der Luft. Unter Wasser kann der Mensch nicht leben, theils weil der Wasserdruck ihm zu stark ist, theils auch, weil das Wasser nicht Luft genug für ihn enthält. Doch schien von jeher es dem Menschen wichtig, es dahin zu bringen, daß er doch eine kurze Zeit da möchte aushalten können. Zu dem Ende scheint man schon seit alter Zeit darauf gesonnen zu haben, ein Werkzeug zu verfertigen, das den Menschen in den Stand setzte, unter Wasser eine gewisse Zeit verweilen zu können. Schon seit 1538 wird in dieser Beziehung der Taucherglocke erwähnt. Wir wollen uns zunächst eine Vorstellung von der Taucherglocke zu machen suchen, welche im Anfange des 18ten Jahrhunderts von Edmund Halley in England gefertigt worden ist. Diese war 8 Fuß hoch, hatte oben 3 und unten 5 Fuß im Durchmesser, und 63 Cubicfuß Inhalt. Sie hatte die Gestalt einer unten offenen Glocke, war mit Blei überzogen, damit sie das erforderliche Gewicht bekam, und unten so mit Gewicht beschwert, daß sie ins Meer hinabgelassen, stets senkrecht zu stehen kam. Oben war ein starkes Glas eingesetzt, wodurch es bei ruhiger See auch am Meeresgrunde erhellt werden konnte. Auch war ein Hahn angebracht, die verdorbene Luft herauszulassen, sowie auch wieder mittelst Röhren es möglich war, mit frischer Luft angefüllte lederne Schläuche in die Glocke zu bringen, wo sie denn geöffnet werden konnten. Indem die Glocke in das Meer hinabgesenkt wird, wird die Luft in derselben bloß etwas zusammengepreßt, und der Taucher sitzt auf dem in der Glocke angebrachten Sitze völlig trocken. (Die

Undurchdringlichkeit der Luft macht, daß kein Wasser zu dem Taucher in der Glocke hinaufdringen kann.) Man hat Taucherglocken von Holz und Metall. Man bedient sich dieses Apparats, den Meeresgrund zu untersuchen, besonders aber, um versunkene Güter wieder heraufzubringen, und Durchfahrten oder Einfahrten in Häfen von Sand, Schlamm und dem, was unten sonst hindernd sich gezeigt hat, zu befreien. Der Gewinn, den diese Erfindung gebracht hat, ist gegen die Gefahren, die mit solchen Unternehmungen verbunden sind, noch immer nicht groß. — Die Taucherglocke ist zu vergleichen mit einem Bierglase, das man umgekehrt ins Wasser taucht; die Luft wird hier ein wenig zusammengepreßt, das Glas bleibt übrigens inwendig trocken.

Einen Taucher, den man nach dem Franzosen Cartes (auch Descartes und Cartesius genannt) geb. 1596, das Cartesianische Täucherchen nennt, zeigen Taschenspieler zuweilen als etwas Besonderes. Das ist eine gläserne Puppe in einer mit Wasser gefüllten und mit einer Blase zugebundenen gläsernen Flasche. Auf Einen Befehl des Taschenspielers sinkt die Puppe zu Boden, und steigt — auf einen zweiten Befehl — auch wieder in die Höhe. Wie das? — Sie hat einen ziemlich dicken hohlen Bauch, ist mit einer feinen Oeffnung versehen, und nur um ein Geringes specifisch leichter als Wasser. Daher wird sie oben schwimmen. Wird aber nur ein wenig mit einem Finger auf die Blase gedrückt, so drängt sich Wasser in die Oeffnung der Puppe und drückt die Luft darin zusammen. Die Puppe wird ein wenig specifisch schwerer, und sinkt. Läßt der Druck nach, so dehnt sich die zusammengepreßte Luft vermöge ihrer Expansibilität wieder aus und stößt das Wasser aus der Puppe, die davon wieder aufsteigt (warum?). Das alles scheint bloß auf das Commandowort des Taschenspielers zu erfolgen, der sein Drücken auf die Blase und das Nachlassen des Druckes zu verbergen weiß. — Nach

welcher Eigenschaft der Luft läßt diese sich durch das Eindringen des Wassers in die Puppe in einen engern Raum bringen? nach welcher Eigenschaft stößt sie das Wasser wieder heraus? —

Die Knallbüchse, das bekannte Spielwerkzeug für Kinder, ist ja ein hohles Rohr mit einem hineinpassenden Stempel. Man schiebt einen Pfropf von einem Ende zum andern hinein, und darauf mit einer gewissen Schnelligkeit einen zweiten hintennach. Dieser preßt die Luft im Rohr schnell zusammen, welche aber eben so schnell und mit solcher Gewalt sich wieder auszudehnen strebt (nach welcher Eigenschaft?), daß sie den ersten Pfropf mit einem Knall heraustreibt.

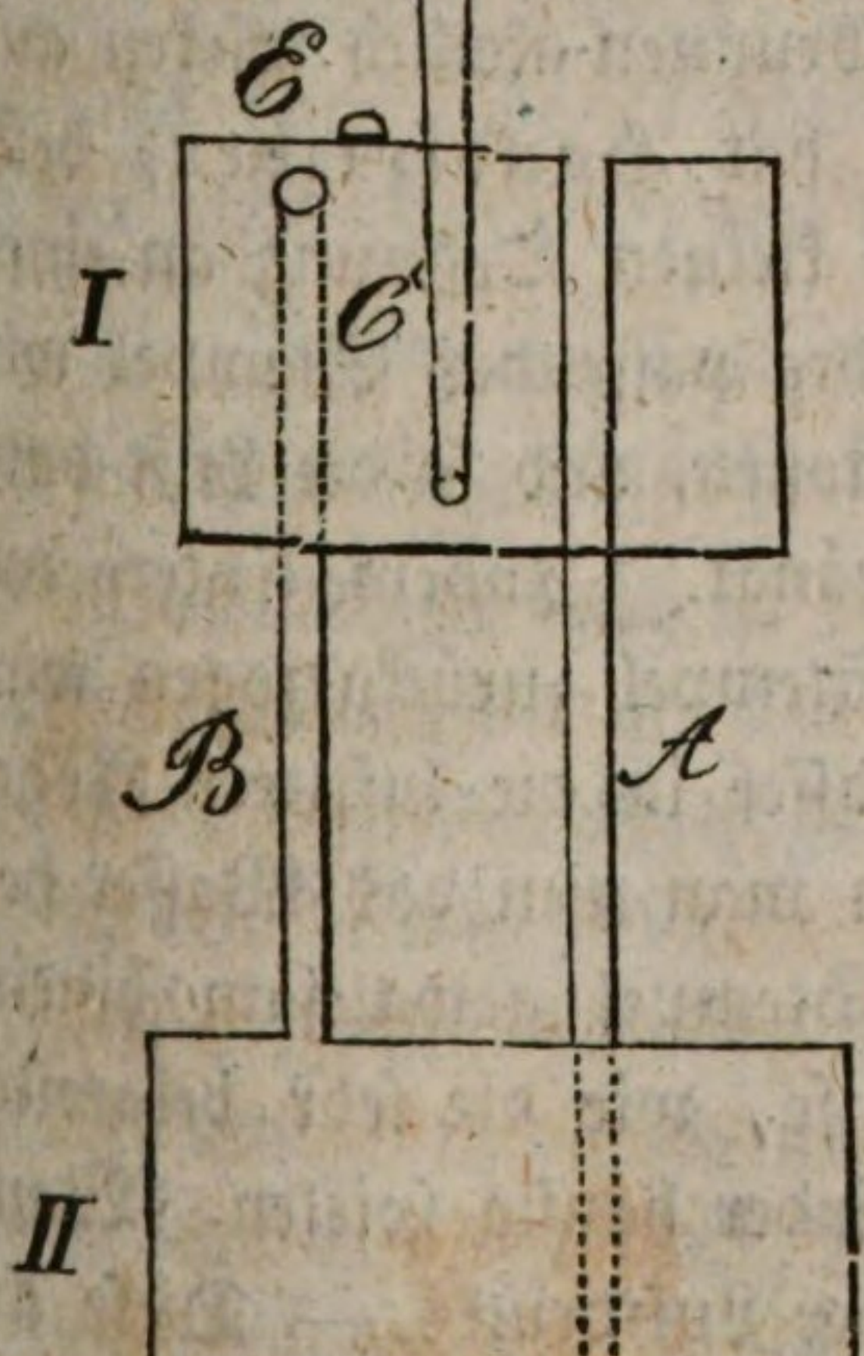
Das Blaserohr, entweder von Eisen oder von Holz, ist von ähnlicher Einrichtung. Es ist etwa 6 Fuß lang. Durch schnelles Blasen kann man eine hineingelegte harte Thonkugel mit einer bedeutenden Gewalt daraus fortschießen. Auch legen Kinder, wenn sie solches Rohr als Spielwerk gebrauchen, wohl einen kleinen Bolzen hinein. — Wie erklärt sich diese Erscheinung? — Durch das schnelle Hineinblasen preßt sich die Luft darin plötzlich zusammen, dehnt sich aber eben so augenblicklich wieder aus, und treibt somit Kugel, Bolzen — fort.

Je gewaltsamere und stärkere Zusammenpressung der Luft, mit desto größerer Gewalt treibt sie die Kugel ꝛc. fort. In unsern Feuergewehren bekommt das Schießpulver, wenn ein Funke daran kommt, ungemein schnell eine ganz außerordentliche Expansivkraft, der nichts fast zu widerstehen vermag, d. i. es entwickelt sich beim Entzünden des Pulvers so ungemein viele stark zusammengepreßte Luft. Daher wird die hineingeladene Kugel auch mit so außerordentlicher Gewalt herausgetrieben, wie uns ja bekannt ist.

Gäbe es nun eine Einrichtung, mittelst welcher man die atmosphärische Luft so stark zusammenpressen könnte, daß sie mit einer dem Schießpulver ähnlichen oder gar glei-

chen Gewalt sich auszudehnen strebte, so würde man damit auch mit einer Kraft, wie sie das Schießpulver zeigt, eine Kugel forttreiben können. So ein Werkzeug ist die Windbüchse, welche gewöhnlich die Gestalt unsers Feuergewehrs hat. Sie hat einen Lauf, wie das Feuergewehr, auch (wenn gleich dieses nicht wesentlich hier) einen Kolben. Die Luft, welche zum Schießen dient, wird gewöhnlich durch eine pumpenartige Röhre in ein messingenes oder kupfernes Gefäß gepreßt, welches die Windkammer heißt. Diese ist meistens eine hohle Kugel, die ziemlich dicke Wände hat. Sie wird an das Ventilgehäuse eingeschraubt, und mit diesem so an das Gewehr geschraubt, daß die Luft daraus in den hintern Theil des Laufes strömen und das Ventil von einem im Schlosse befindlichen Stift gehoben werden kann. Ist die Windkammer mit zusammengepreßter Luft geladen, und Kugel oder Schrot in den Lauf gebracht, so kann man mittelst des Drückers bewirken, daß ein Theil der Luft in den Lauf fließt, und Kugel oder Schrot (wie das Pulver aus dem Feuergewehr) aus dem Lauf heraustreibt, jedoch ohne Feuer und mit einem schwachen Schall, wenig stärker als der Knall einer Peitsche. — Es ist die Einrichtung so, daß zur Zeit nur ein Theil der Luft in den Lauf fließt, und man also mit einer frisch gefüllten Windbüchse wohl, ehe wieder geladen werden darf, 10 bis 12 Schüsse thun kann. Die ersten Schüsse sind aber allemal die stärksten. Beim Laden ist große Vorsicht nöthig. Wird zu viel Luft hineingepreßt, so können die Wände der Windkammer zerspringen, und Menschen großer, gar Lebensgefahr ausgesetzt werden. Man lade auch nicht zu schnell, sonst erhitzt sich die Pumpe, und die Luft wird durch die Wärme leicht gefährlich ausgedehnt. Warum es ebenfalls gefährlich ist, eine (besonders wenn in der Kälte) geladene Windbüchse in ein warmes Zimmer zu bringen, ergiebt sich nun auch — wie nämlich? — — Von Vortheil sind die Windbüchsen erstens da, wo Feuersgefahr durch Feuergewehre leicht ent-

steht, als zwischen Gebäuden, dann auch da, wo man kein großes Geräusch gerne machen will, als in Thiergärten ꝛc. Aber — eben weil kein Feuer und wenig Geräusch —, kann besagtes Instrument in den Händen boshafter Menschen leicht sehr gemißbraucht werden z. B. Wilddieberei u. s. w. Daher ist dessen Gebrauch in manchen Ländern gänzlich verboten. — Bisher ist bloß an die am meisten in Gebrauch stehende (Kugel-) Windbüchse gedacht. Oft ist das Werkzeug aber so eingerichtet, daß man die zum Schießen erforderliche Luft in einem flaschenförmigen Gefäße statt in einer Kugel von Kupfer vereinigt. Dieses Gefäß ist dann in den deßfalls etwas größern Kolben eingelassen. Da aber der Luftdruck in einer Kugel nach allen Seiten hin mehr gleichförmig ist, als in einer flaschenförmigen Höhle, so ist letztere mehr mit Gefahr verbunden. — Welche Aehnlichkeit hat die Windbüchse mit dem Blaserohr? —



So wie durch die Expansibilität der verdichteten Luft gar Kugeln u. s. w. mit Gewalt fortgetrieben werden können, so ist das mit leichteren Körpern noch eher möglich, z. B. mit Wasser. Eine Vorrichtung, Wasser durch den Druck der Luft, wie aus einem Springbrunnen, in Bewegung zu setzen, ist der Heronsbrunnen (so genannt nach dem Erfinder Heron d. ä., einem Griechen aus dem Anfang des 3ten Jahrhunderts). Die Vorrichtung besteht aus zwei in einer ge-

wissen Entfernung über einander stehenden, luftdichten metallenen Gefäßen (I und II). Von dem Deckel des Gefäßes I bis gegen den Boden von II reicht das Rohr A, von Deckel II bis gegen Deckel I reicht Rohr B, und durch die Mitte von I geht das Springrohr C oben über den Deckel hinaus und reicht unten beinahe bis an den Boden. Dieses Rohr kann durch das Hähnchen D verschlossen werden. Durch Oeffnung E wird I mit Wasser gefüllt, und dann die Oeffnung verschlossen. Darauf gießt man Wasser in Rohr A, so viel nur irgend hinein kann. Das preßt die Luft oben in II und in Rohr B zusammen. Diese drückt auf das Wasser in I. Wird nun Hähnchen D geöffnet, so springt das Wasser in einem ununterbrochenen Strahl in die Höhe. Das geht so lange fort, als noch Wasser in I ist; denn dieses fällt auf das obere Gefäß zurück und läuft in Rohr A hinein. Doch wird der Strahl allmählig kürzer; woher das? — Demnach kann es auch wohl Springbrunnen geben, deren Wirkung eine Folge ist von dem Druck der verdichteten Luft, also Luft- oder aerostatische Springbrunnen. Wie würden diese sich denn unterscheiden von den hydrostatischen Springbrunnen? (s. §. 47.)

Dem aerostatischen Springbrunnen ähnlich wirken auch unsere Feuerspritzen. Man hat Handspritzen, bestehend aus einem Rohr mit einer kleinen Oeffnung an einem Ende. Ein genau in die Röhre passender Stempel wird von dem andern Ende hineingestoßen, und so die Luft durch die kleine Oeffnung hinausgedrängt. Indem letztere nun in Wasser gehalten und der Stempel zurückgezogen wird, drückt die äußere Luft das Wasser in die luftleere Röhre. Aus dieser gefüllten Röhre kann man nun das Wasser herausspritzen, indem man den Stempel gewaltsam hineindrückt. Diese Röhre ist ganz so, wie die sehr bekannten kleinen Wasserspritzen, womit Kinder häufig spielen. Wann wirkt aber hier schon und nur der Luftdruck? — Diese Art Spritzen ist den in Rede stehenden Springbrunnen wenig

ähnlich. Mehr und ganz ist es die mit dem sogenannten Windkessel, das ist ein metallenes Gefäß, möglichst stark, ähnlich der Windkammer bei der Windbüchse. — Der Schüler muß eine solche Feuerspritze sehen, und unter Leitung des Lehrers beobachten. Dann wird er etwa Folgendes bemerken:

Zwei aufrecht stehende metallene Stiefel, die mit ihren untern offenen Enden im Wasser des Spritzenkastens stehen;

In den Stiefeln zwei genau hineinpassende Kolben mit ihren Kolbenstangen, die oben mit einem Druckhebel verbunden sind;

Einen Drehpunkt des Druckhebels;

Ein einwärts gehendes Ventil in jedem Stiefel gegen die untere Oeffnung;

Seitenröhren, wodurch unten jeder Stiefel mit dem Windkessel verbunden ist, nebst Ventil an diesen Röhren im Windkessel, welche da hinein nach oben zu sich öffnen können;

Ein Rohr, welches von oben her in den Windkessel, beinahe bis zum Boden, geht und da sich öffnet, wie ja ebenfalls oben, wo es aber durch einen Hahn verschlossen werden kann (Standrohr wollen wir es nennen);

Am Standrohr kann meistens oben ein biegsamer lederner Schlauch geschraubt werden.

Das Wasser wird in den Spritzenkasten getragen; die Spritzenleute stehen an den beiden Enden des Druckhebels und setzen diesen in Bewegung. Dadurch werden die Kolben in den beiden Stiefeln wechselsweise gehoben und niedergedrückt; wenn gehoben, so wird der Stiefel luftleer (oder luftverdünnt), und von unten steigt Wasser darin hinauf. Wenn nun niedergedrückt, so drückt der Kolben das Wasser in den Windkessel. Zurück in den Spritzenkasten kann es nicht, weil das Ventil sich schließt. Aus dem Windkessel

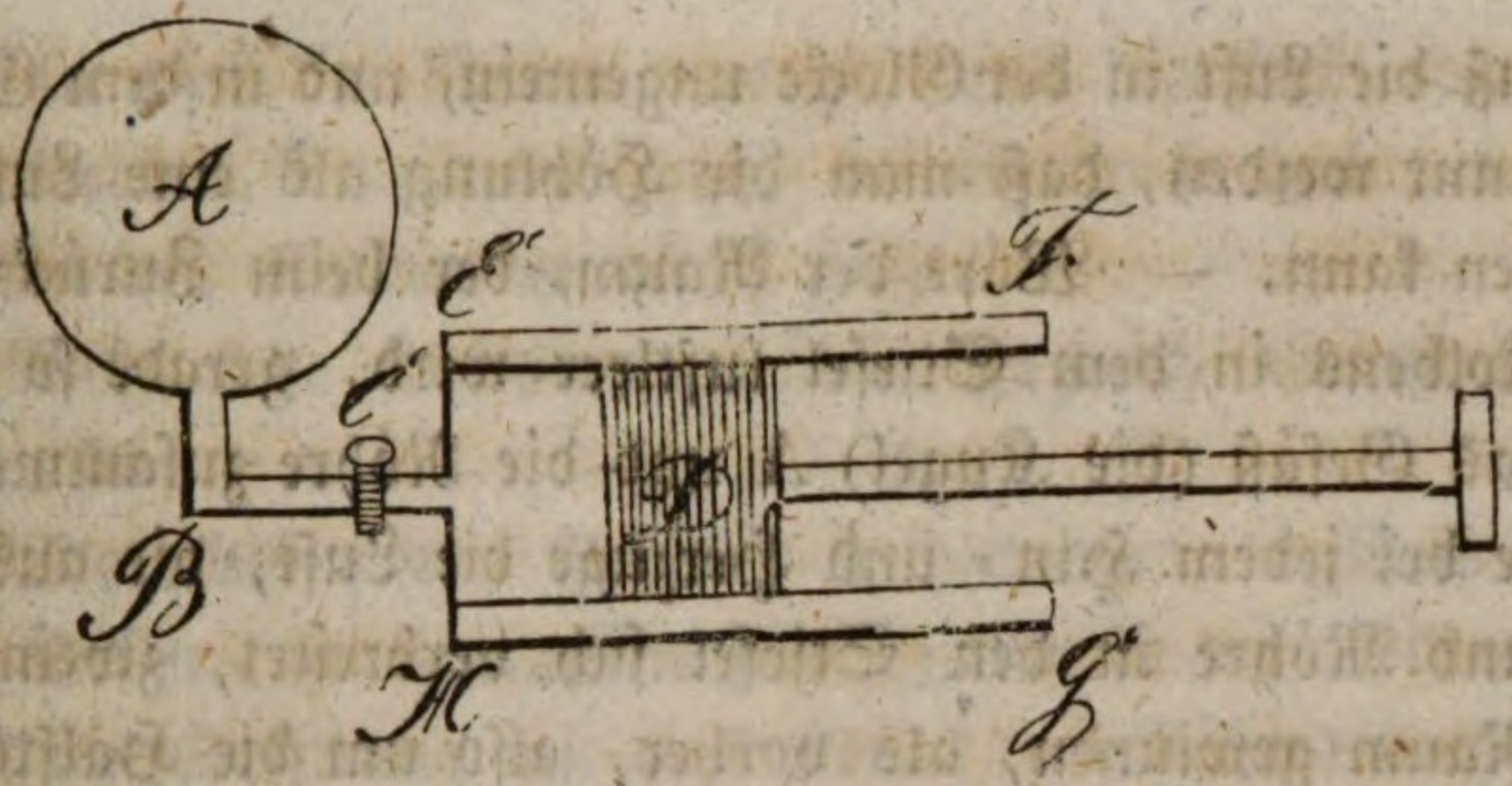
kann es ebenfalls aus demselben Grunde nicht zurück. Eine Weile bleibt das Standrohr oben durch den Hahn verschlossen. Daher muß durch das in den Windkessel gedrückte Wasser die Luft daselbst sehr zusammen gedrückt werden. Oeffnet man aber (was bald geschehen muß) den Hahn, so wird ein langer Wasserstrahl aus dem Standrohr hervorgedrängt. Bleiben die Spritzenleute nun in Arbeit, und wird hinreichend Wasser getragen, so wird der Wasserstrahl bleiben und leicht auch in derselben Stärke.

Die eben bezeichnete ist nicht die einzige Einrichtung unserer Feuerspritzen. So giebt es z. B. auch solche, deren Stiefelöffnung unten durch einen Schlauch mit einem Teich, Wassergraben u. s. w. in Verbindung gebracht wird, so daß es keines Wassertragens bedarf. Wasserzubringer kann man den Schlauch nennen.

§. 54.

Luftpumpen, deren Wirkungen und Nutzen.

Um in besonders hohem Grade die Luft in einem eingeschlossenen Raum (Gefäße) zu verdünnen, dazu hat Otto von Guericke, ehemal. Bürgermeister zu Magdeburg, 1650 ein vorzüglich brauchbares Werkzeug erfunden: die Luftpumpe. Daß die erste Erfindung nicht gleich die Vollkommenheit besaß, die man später diesem wichtigen Apparat erst zu geben im Stande war, liegt in der Natur der Sache. Es werden indeß auch jetzt noch sehr verschiedene Arten von Luftpumpen gebraucht. Ein paar davon wollen wir uns theils durch eine Zeichnung davon (am besten wäre, wenn man eine Luftpumpe von Außen und Innen genau betrachten könnte) theils durch Beschreibung bekannt zu machen suchen. Die einfachste dürfte folgende sein:



Die Oeffnung EFGH ist ein metallener Stiefel. In diesen paßt ganz genau der Kolben D, so daß er sich darin hin und herbewegen läßt, ohne daß jedoch Luft zwischen ihm und dem Stiefel hindurch dringen kann. Aus dem durchbohrten Boden des Stiefels geht eine in B gebogene Röhre, die sich in das luftdichte Gefäß A endigt. Bei C ist ein Hähnchen, welches doppelt durchbohrt ist, einmal nach der Richtung der Röhre, und dann noch von der Seite schief nach oben zu. (Es heißt der Senguerdsche Hahn nach dem Erfinder, Professor Senguerd in Holland, geboren 1610.). Indem der Kolben D den Boden EH berührt, drehe man das Hähnchen so, daß die Queröffnung desselben die Richtung der Röhre bekommt. Nun ziehe man den Kolben vorwärts, und es wird sich die Luft des Gefäßes A und die der Röhre bis in den Stiefel, wo eine Luftleere entstand, ausdehnen. Darauf drehe man das Hähnchen so, daß der schiefe Kanal desselben gegen E gerichtet wird, wo dann die Röhre nach B zu verschlossen sein wird. Indem man den Kolben wieder gegen den Boden stößt, drängt er die Luft vor sich her und aus dem schiefen Kanal heraus. Darauf drehe man das Hähnchen ferner so, daß die Queröffnung desselben die Richtung der Röhre bekommt und diese also ganz geöffnet wird, und ziehe den Kolben wieder vom Boden ab: alsdann dehnt sich die in der Glocke bereits verdünnte Luft abermals bis in die Luftleere des Stiefels aus, und wird noch mehr verdünnt. Setzt man diese Art des Verfahrens länger fort,

so muß die Luft in der Glocke ungemein, und in dem Grade, verdünnt werden, daß man die Höhlung als eine Luftleere ansehen kann. — Wäre der Raum, der beim Zurückziehen des Kolbens in dem Stiefel luftleer wird, gerade so groß, als das Gefäß (die Kugel) A und die Röhre zusammen, so würde bei jedem Hin = und Herzuge die Luft, die aus Gefäß und Röhre in den Stiefel sich verbreitet, zweimal so viel Raum gewinnen, als vorher, also um die Hälfte verdünnt werden, d. i. nach dem ersten Zuge um $\frac{1}{2}$, nach dem zweiten um $\frac{1}{4}$, nach dem dritten um $\frac{1}{8}$ —. So rechnet man bei gewöhnlicher Einrichtung der Luftpumpe es auch. — Vollkommene Luftleere giebt demnach dieses Werkzeug nicht; denn endlich wird die Luft so dünn, daß ihre Expansibilität sie kaum mehr in die Leere des Stiefels hin verbreiten kann; aber doch wird diese Verdünnung für den Bedarf hinreichen. Man unterscheidet eben daher die Guerickesche Leere und die Torricellische Leere von einander. Worin wird der Unterschied bestehen? — Warum zieht man denn die Torricellische Erfindung nicht der Guerickeschen überall vor? — (Diese Frage wird leicht beantwortet, wenn man bedenkt, auf welchen Raum sich Torricelli's Erfindung hier beschränkt.)

Durch eine Luftpumpe der Art, wie sie eben ist bezeichnet worden, kann man nicht bloß die Luft verdünnen, sondern in demselben Raum sie auch außerordentlich verdichten — zusammenpressen —. Von dieser Seite betrachtet, ist die gedachte Luftpumpe zugleich als Compressionspumpe anzusehen.

Man dreht für diesen Zweck das Hähnchen so, daß der schiefe Kanal gegen E hin geöffnet wird. Darauf zieht man den Kolben zurück so weit man kann. Gleich wird sich der Stiefel mit Luft anfüllen — woher? — Jetzt stelle man durch das Hähnchen die Verbindung zwischen Stiefel und Gefäß (Kugel) wieder her (wie macht man das?) und so wie man dann den Kolben weiter in den Stiefel hinein-

stößt, so wird der Raum verengt, und die Luft, die nicht mehr weichen kann, verdichtet, beides um so mehr, je weiter man den Kolben vorwärts stößt. —

Nicht jede Luftpumpe kann zugleich Compressionspumpe sein.

Statt des festen Gefäßes A hat man meistens einen festen Teller (eine metallene Platte), der in der Mitte durch eine kleine Oeffnung mit dem Kanal (der Röhre) verbunden ist. Auf dem Teller hat man wohl ein umgekehrtes Glas, dessen Rand sich luftdicht an den Teller anschließt. Damit dies sicher Statt findet, so macht man da den Teller wohl etwas feucht oder fettig; legt auch wohl nasses Leder zwischen den Rand des Glases und den Teller. Das Glas hat die Gestalt einer Glocke und heißt auch die Glocke oder der Recipient der Luftpumpe. Ferner hat man hier oft außer dem Senguerdschen Hähnchen an dem Boden des Stiefels noch ein Ventil (eine Klappe), das sich in den Stiefel hinein, durch den Drang der Luft aus der Röhre, von selbst öffnet, aber auch, sobald aus dem Stiefel Luft gegen sie stößt oder gedrängt wird, sich von selbst wieder verschließt, so daß keine Luft zurück kann. Das aber ist nicht genug; in dem Kolben muß alsdann auch ein Ventil sein, welches sich durch den Luftdruck vom Stiefel aus nach Außen hin öffnet, und von Außen her durch den Druck der äußern Luft von selbst wieder schließt. — Das sehen wir leicht, daß diese nicht Compressionspumpe sein kann, denn dann müßte sich das Ventil am Boden gegen den Kanal und das am Kolben gegen den Stiefel hin öffnen können; und wenn das auch, so würde ja die Glocke, die nicht am Teller fest ist, durch den Druck der gepreßten Luft gleich weggestoßen werden. Wenn aber diese Luftpumpe (was ja Zweck ist) zur Luftverdünnung gebraucht wird, so wird zuvor das Hähnchen so gedreht, daß der Kanal geöffnet ist, und dann wird schon durch ein paar Züge die Glocke so fest auf dem Teller, daß sie nicht leicht sich losreißen läßt,

oder vielleicht gar nicht, ohne zu zerbrechen. (Eine Zeichnung von dieser Luftpumpe läßt sich nach der vorangehenden Zeichnung leicht machen, um daran den Gebrauch und die Wirksamkeit zu zeigen und zu erklären.) Wie aber wird die Glocke vom Teller wieder gelöst? — So, daß man das Hähnchen mit seiner Oeffnung nach Außen gegen die Glocke zu dreht; denn dann strömt äußere Luft in die Glocke. Darum eben bedurfte es hier noch des Hähnchens.

Daß übrigens diese Art noch weniger die Glocke ganz luftleer macht, als die Hahn-Luftpumpe, folgt daraus, daß hier die weitere Verdünnung aufhört, sobald die innere Luft nicht mehr so expansibel ist, daß sie das Ventil noch öffnen kann.

So gäbe es denn nach dem Vorhergehenden 2 Arten Luftpumpen, eine Hahnluftpumpe und eine Ventilluftpumpe.

Beide jetzt bezeichnete sind Luftpumpen mit Einem Stiefel. Es giebt auch Luftpumpen mit zwei Stiefeln, welche aufrecht stehen. In jedem Stiefel ist ein Kolben mit einem Ventil, an jedem Kolben eine gezahnte Stange. Die Zähne greifen in die Zähne eines Rads (Stirnrad genannt), das rechts und links so hin und her umgedreht werden kann, daß dann der eine Kolben gehoben wird, indem der andere herunter geht. Unten steht jeder Stiefel mit einem Kanal in Verbindung, der sich mit dem andern zu einem Hauptkanal vereinigt, welcher in den Teller und so in die Glocke führt. Vor dem Anfang jedes Kanals ist ein Ventil, das sich in den Stiefel öffnet. Durch den Hauptkanal geht ein doppelt durchbohrtes Hähnchen. (Doch wird die Sache hier am ersten klar, wenn eine solche zweistiefelige Luftpumpe zur Hand ist, und genau untersucht werden kann.) Daß sich durch solche Luftpumpe viel größere Wirkungen, und auch leichter, hervorbringen lassen, als durch die einstiefelige, leuchtet leicht ein.

Jetzt wollen wir einige der bekanntesten Versuche, die

man mit der Luftpumpe angestellt, und einige Wirkungen derselben, die man gefunden hat, hier anführen.

Man hat zwei hohle messingene Halbkugeln, welche von Guericke erfunden und unter dem Namen Magdeburgische Halbkugeln bekannt sind. Diese passen mit ihrem gut abgeschliffenen Rande genau an einander. Die eine hat einen röhrenförmigen Hals, der in die Oeffnung, wodurch der Teller der Luftpumpe mit dem Kanal verbunden ist, eingeschraubt, auch durch ein Hähnchen verschlossen werden kann. Schraubt man sie ein und setzt man die andere Halbkugel auf deren mit Fett bestrichenen Rand, so kann man darin die Luft mit wenigen Zügen so verdünnen, daß, wenn die Halbkugeln nicht zu klein sind, zwei Menschen sie nicht auseinander ziehen können. Woher das? — Guericke hat bewiesen, daß zu Halbkugeln von $\frac{3}{4}$ Ellen Durchmesser die Kräfte von 16 Pferden nicht hinreichen.

In einem unter die Glocke gebrachten Barometer sinkt das Queckfilber, so wie die Luft verdünnt wird; steigt aber wieder, sobald man Luft wieder hineinläßt.

Ein Glas in Cylinderform statt der Glocke auf den Teller gesetzt, wird von der äußern Luft zerdrückt; die Glocke aber bleibt ganz, wegen ihrer gerundeten Form, worauf der Luftdruck mehr gleichförmig geschieht.

Eine zugebundene Blase schwillt in der Glocke an, oder zerplatzt. Wenn eine Glaswalze, die auf beiden Enden offen ist, statt der Glocke auf den Teller gesetzt, und darüber eine Blase fest zugebunden wird, so wird letztere in das Glas hinein gedrückt, hohl, oder gar zerrissen. Gießt man Wasser auf die Höhle der Blase, so wird das durch dieselbe hindurch getrieben. — Woher das alles? — Auch wenn man statt der Blase über die Glaswalze einen fest anschließenden hölzernen Teller deckt, und Wasser oder auch Queckfilber darauf gießt, wird selbiges durch das Holz gepreßt; man sieht das Queckfilber im Glase wie einen feinen Silberregen durch das Holz tröpfeln.

Wird ein Glas mit Wasser unter die Glocke gebracht, so steigen bei Verdünnung der Luft aus dem Wasser viele Blasen auf. Hat das Wasser im Glase einen gewissen Grad von Wärme erhalten, bei weitem aber noch nicht die Kochhitze, so sieht man bald, daß es in der verdünnten Luft ins Kochen kommt. Woher das, und — woher jenes? —

Runzliche Aepfel verlieren in der verdünnten Luft ihre Runzeln, weil sich die Luft in den Aepfeln auszudehnen strebt.

Ein Ei in einem mit Wasser gefüllten Gefäß bedeckt sich unter der Glocke über und über mit Luftblasen. Man merkt gar, daß Strahlen aus den Zwischenräumen der Eischale heraufsteigen.

Steht ein Ei mit einer kleinen Oeffnung in einem trockenen Gefäß unter der Glocke, so leert es sich mit der Luftverdünnung in dem Gefäße aus, und füllt sich von selbst wieder, so wie wieder Luft in die Glocke gelassen wird.

Ein Ducaten und eine Flaumfeder in der ausgepumpten Glocke von gleicher Höhe herab gleichzeitig zum Fallen gebracht, kommen fast gleichzeitig zu Boden, da sonst doch die Feder langsamer fällt. Was giebt das für einen Beweis von der Schwere dieser Körper gegen den Erdmittelpunkt hin?

Ein luftdicht verschlossenes Glas, das nicht überall gewölbt ist, wird in der Guerickeschen Leere zersprengt. Hier thut man übrigens wohl, nur in einem metallenen Recipienten den Versuch zu machen, weil die Glasglocke leicht mit zersprengt würde, und selbst die Umstehenden in die Gefahr setzte, von den Glasscherben getroffen zu werden.

Eine Kerze verlöscht allmählich, so wie die Luft sich verdünnt. Ein Feuerzeug, welches so in der Glocke befestigt war, daß es vor der Luftverdünnung Funken schlug, gab in der Luftleere keine Funken mehr.

Korkholz und Blei, welche an Wagebalken in der

Glocke anfangs im Gleichgewicht sind, behalten es nicht nach der Luftverdünnung; Korkholz bekommt das Uebergewicht, weil es bei seiner größern Ausdehnung (Rauminhalt) vorher von mehr atmosphärischer Luft getragen wurde.

Ein Stück Holz in einem Gefäß mit Wasser, auf welchem es schwimmt, unter die Glocke gesetzt, sinkt, wenn nach der Luftverdünnung wieder Luft zugelassen wird, zu Grunde, weil die hinzugelassene Luft das Wasser in die luftleeren Poren treibt und das Holz schwerer macht.

Ein Vogel flog in der Glocke, so lange die Luft dicht genug war, versuchte es auch noch in der verdünnten Luft, fiel aber zu Boden, und starb bald; denn ohne atmosphärische Luft lebt ein warmblütiges Thier nur kurz. Dazu kommt ja, daß die innere Luft den Körper gewaltsam ausdehnt, sobald der Gegendruck der äußern Luft fehlt, und die innern Gefäße zerreißt. So geht es allen Thieren, doch halten kaltblütige Thiere es länger aus. — Grausame Versuche!

Ein Schall, so in der luftleeren Glocke erregt, daß er sich dem Glase nicht mittheilt, wird von uns wenig oder gar nicht gehört, wohl aber, so lange die Luft nicht ganz verdünnt ist. Aus ähnlicher Ursache hört man auf hohen Bergen einen Schall weit weniger, als am Fuß derselben.

Vermittelst der Luftpumpe ist man im Stande das Gewicht der Luft zu untersuchen. Indem man eine Kugel mit einer Höhle von 1 Cubikfuß erst mit der darin enthaltenen Luft, dann luftleer, wog, fand man im letztern Fall gegen 2 Loth Gewicht weniger. So wiegt also ein Cubikfuß Luft ungefähr 2 Loth. Die atmosphärische Luft, weiß man, ist 800mal specifisch leichter als Flußwasser. Wie viel wiegt also 1 Cubikfuß von diesem? — Doch würden wir auf hohen Bergen den Unterschied zwischen der Kugel mit Luft und der ohne Luft nicht so groß finden; — woher nicht? —

§. 55.

Bestandtheile der atmosphärischen Luft. (Sauerstoffgas, Stickgas u. s. w.) Kohlensäure. Wasserstoffgas. Knallluft. Gasbeleuchtung. Luftbälle.

Daß Thiere in der Guerickeschen Leere sterben, und Feuer darin verlöscht, giebt einen Beweis, daß jene (ebenso die Menschen) ohne Luft nicht leben können, und dieses ohne dieselbe nicht brennt. So weiß man auch, daß die meisten Pflanzen ohne den Zutritt der Luft nicht gut gedeihen.

Indeß ist die Luft, die wir athmen, kein einfacher Stoff, sondern hat ihre Bestandtheile (was das sagen will, wissen wir aus §. 42.). Von diesen Bestandtheilen der atmosphärischen Luft ist der eine für das Leben der Menschen und Thiere besonders wohlthätig. Derselbe Bestandtheil ist auch der, ohne welchen kein Feuer brennt (s. §. 42.). Er heißt Sauerstoffgas, auch Lebensluft oder Feuerluft. Woher die beiden letzten Namen? — Dieses Gas ist ein Bestandtheil vieler Säuren; daher jener Name.

Ein zweiter Bestandtheil ist Stickgas. Thiere sterben und Lichter verlöschen darin. Es macht den größten Theil der atmosphärischen Luft aus, so daß, wenn man eine gewisse Menge dieser Luft (dem Rauminhalte nach) als in 100 Theile getheilt sich denkt, $77\frac{1}{2}$ Theile davon Stickgas und 21 Theile Sauerstoffgas ausmachen. Was nun von den 100 Theilen noch übrig ist, das ist theils Kohlensäure und theils Wasserdunst. Das ist kürzer gesagt: Mehr als $\frac{3}{4}$ der atmosphärischen Luft ist Stickgas (Stickluft) und nicht einmal $\frac{1}{4}$ ist Sauerstoffgas. Was aber das Gewicht betrifft, so ist Sauerstoffgas um etwa $\frac{1}{9}$ specifisch schwerer und Stickgas um reichlich $\frac{1}{30}$ leichter als die atmosphärische Luft, und so kommt es, daß von 100 Gewichtstheilen atmosphärischer Luft ungefähr 76 Theile Stickstoff und 23 Theile Sauerstoff sind. Beides im gehörigen Verhältniß

vereinigt, giebt erst das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft.

Daß außer den Theilen, welche wesentlich zur atmosphärischen Luft gehören, beständig noch viele andere Sachen mit derselben vermischt sind, wissen wir bereits von früher her; das folgt schon aus dem Namen Atmosphäre (§. 52.).

Wir wollen indeß die beiden Hauptbestandtheile noch etwas genauer und dazu noch ein paar andere Luftarten (auch Gasarten genannt) kennen zu lernen suchen.

Wenn von ungesunder Luft die Rede ist, so denkt man gewöhnlich noch, daß diese theils in Mangel an der gehörigen Menge des Sauerstoffes, theils in fremdartigen ungesunden Stoffen, die sich mit der Luft verbunden haben, bestehe. Es hat sich aber als völlig unzweifelhaft ergeben, daß das Raumverhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff in der atmosphärischen Luft immer dasselbe sei und bleibe (beinahe wie 1:4), man mag sich denken die Luft in Höhen oder Tiefen, über dem Meer oder über dem Lande, über Sümpfen oder trockenem Sande, in Krankenzimmern oder andern Gemächern —, im Sommer oder Winter, im wärmern oder kältern Klima —. Das hat man durch verschieden eingerichtete Instrumente, welche Eudiometer (Luftgütemesser) heißen, erforscht. Der französische Physiker Gay-Lussac, der (mit Biot) in einem Luftballon eine Höhe von mehr als 20,000 Fuß (wie vor ihm Keiner) erreichte, hat dasselbe Verhältniß der beiden in Rede stehenden Luftstoffe auch da gefunden. — Dennoch wird der Sauerstoff beim Athmen von Menschen und Thieren verzehrt; er verbindet sich in den Lungen mit dem fast schwärzlich gewordenen Blute und giebt demselben die schöne rothe Farbe, mit der es aus den Lungen in die linke Herzkammer fließt. Das Blut setzt aber den Sauerstoff wieder ab, und wird, wie vorher, dunkelfarbig. — So sind es denn gewiß andere Stoffe, die sich in der Atmosphäre oder an besondern Oertern sammeln und es da ungesund machen. Was ausge-

athmet wird, ist so etwas Ungesundes: Stickstoff mit Wasserdämpfen, auch Kohlensäure —. Gewiß ist das Meiste, was ausgedünstet wird (und fast alles, was zur Erde gehört, dünstet ja aus), der Gesundheit an sich nicht sonderlich zuträglich. Was die Talglichter, Oellampen — das Verbrennen überhaupt — in die Atmosphäre führen, gehört zu dem, was die Luft verdirbt, so daß diese weder zum Athmen, noch zur Unterhaltung des Feuers und der brennenden Lampen taugt, — nicht weil es an Sauerstoff fehlt, sondern weil so viel Schädliches mit der Luft sich verbunden hat. — Warum kann man in einem engen verschlossenen Zimmer, wo viele Menschen beisammen sind oder viele Lichter brennen, sich nicht lange wohl befinden? Warum will da Feuer, Licht — bald nicht mehr brennen? — Warum kann man es daher nicht lange aushalten, wenn man den Kopf unter die Bettdecke hält, so daß die Luft da keinen Zugang findet? — Wenn Kerzen schwach brennen, gar verlöschen und der Mensch sich beim Athmen unbehaglich fühlt, so ist das ein Zeichen verdorbener Luft. — Um Feuer daher zu löschen, wäre es ein sicheres Mittel, den Zugang der Luft zu versperren. Was wäre denn wieder Mittel, um Feuer anzufachen? — Zu welchem Zweck gebraucht der Schmied den Blasebalg?

Man kann den Sauerstoff, wie gleich gezeigt wird, als Gas für sich darstellen. Darin können Thiere weit länger athmen, als in einem gleichen Raum mit atmosphärischer Luft; nur wird in jenem Fall das Blut in einen entzündlichen Zustand versetzt und eine Art Fieber erzeugt.

Je schneller das Athmen des Menschen, desto schneller schlägt der Puls. Sonach steht das Athmen mit dem Blutumlauf in genauer Verbindung.

Das Blut tritt nicht allein mehr geröthet, sondern auch mehr abgekühlt aus den Lungen als in dieselben.

In reinem Sauerstoffgas bricht ein glimmender Holzspan in Flammen aus; da wirft ein an einem Ende glühen-

der Stahldraht nach allen Seiten Funken aus und verbrennt zuletzt; auch verbrennt Phosphor darin mit einem dem Sonnenlicht gleichen Glanz.

Aus grünenden Pflanzen, die dem Sonnenlichte ausgesetzt sind, entwickelt sich eine Menge Sauerstoffgas. Davon überzeugt man sich, wenn man frisch ausgebrochene Blätter mit Wasser übergießt, und dann eine Glasglocke darüber setzt. Scheint nun die Sonne darauf, so setzt sich das Sauerstoffgas als Luftblasen an die Pflanzen und füllt allmählich den obern Theil des Gefäßes an.

Auch auf künstlichem Wege läßt sich Sauerstoffgas entwickeln, indem man z. B. Salpeter und Braunstein glühet. Das ist ein Wink, wie man die Luft in Zimmern, die sich nicht gut öffnen lassen, verbessern kann. — Man macht es auch so: Man bringt pulverisirten Braunstein oder auch Salpeter, Queckfilber und Metallkalke in ein luftdichtes Gefäß. Durch eine Röhre steht dieses mit einem zweiten Gefäß, und das vielleicht noch wieder durch eine Röhre mit einem dritten, in Verbindung, kann auch noch sein mit einem vierten —. In dem ersten Gefäß werden die hineingethanen Sachen geglühet; in den übrigen aber wird die entwickelte Luft (hier Sauerstoffgas) gesammelt.

Das Sauerstoffgas läßt sich in einem Gefäß, das oben offen ist, eine Strecke forttragen, ohne daß es verfliegt. Wie geht das zu? — Unten aber darf es nicht offen sein; woher nicht? —

Wenn es denn erwiesen ist, daß das Verhältniß zwischen Sauerstoff und Stickstoff ein (wenigstens ziemlich) unveränderliches bleibt, ungeachtet durch das Athmen, durch Verbrennungen verschiedener Art, — Ausbrüche von Vulkanen ꝛc. —, auch dadurch, daß die so vielen Gewächse, welche da sind, des Sauerstoffes bedürfen, — von diesem Stoff doch unaussprechlich viel verzehrt wird: so weiß man damit gar nicht, auf welchen Wegen so viel Ersatz herbeigeschafft wird, wie derselbe dem Verluste entspricht. Das

Sonnenlicht entwickelt eine Menge Sauerstoffgas aus grünenden Pflanzen —, das weiß man; das geschieht aber nur, wo diese Pflanzen sind, und wo die Sonne scheint —. Wie aber da, wo das nicht ist, z. B. in verschlossenen Zimmern, Kellern ꝛc.? — „Verzehrt werden" — heißt freilich noch nicht: vernichtet werden, so daß es aufhört, Sauerstoff zu sein; sondern vielmehr: es gebunden machen, z. B. in dem Blut, — in den Bestandtheilen, in welche Körper durch Verbrennen aufgelöst werden ꝛc.; aber jeden Falls heißt es doch: den Sauerstoff der atmosphärischen Luft entziehen. — Dadurch müßte dieser Stoff doch weniger werden —? Wenn dennoch nicht —, so muß auf bisher nicht bekannten Wegen an jedem Orte, wo Sauerstoff verzehrt wird, — aus da vorhandenen Körpern, Stoffen —, so viel desselben, durch nicht immer bekannte Naturkräfte, sich wieder entwickeln, als erforderlich, um das Gleichgewicht und aufgehobene Verhältniß in der Atmosphäre wieder herzustellen. — Vielleicht daß unsere Naturforscher uns hierüber bald mehr Aufschluß werden geben können.

Das Stickgas ist brennbar, aber unfähig, das Brennen zu unterhalten; dazu bedarf es des Sauerstoffgases. Im bloßen Stickgas verlöscht das thierische und menschliche Leben, nicht weil jenes für sich tödtlich ist, sondern weil es dann an Sauerstoff mangelt; doch ist das Stickgas für das Athmen wieder ein wesentlich nöthiger Bestandtheil der atmosphärischen Luft; das bloße Sauerstoffgas ohne dasselbe würde allerdings Leben und Lebendigkeit im hohen Grade erhöhen, aber wie ein überstark brennendes Feuer den Brennstoff, so würde dieses die Lebenskraft (den Lebensstoff) bald verzehren. Nur die Verbindung, worin nach Gottes Einrichtung Lebensluft und die Luft, die für sich den Tod geben würde, zu einander stehen, ist lebenerhaltend und lebenstärkend. So offenbart sich auch hierin Gottes unerforschliche Weisheit.

Das Stickgas hat weder Geruch noch Geschmack. Es

theilt den Pflanzen ihre grüne Farbe mit, und selbst schon welkende erholen sich darin.

Diese Luftart sammelt sich in lange verschlossenen Gemächern, Gängen, Todtengrüften —. Man bringt sie am reinsten hervor, wenn man ein Gemisch (Amalgama) aus Queckfilber und Blei in einer mit atmosphärischer Luft gefüllten Flasche anhaltend schüttelt; denn dann vermischt sich der Sauerstoff mit dem Metall, und der Stickstoff bleibt zurück. Dieser wird ebenfalls frei — nur nicht rein — wenn man Weingeist oder auch Phosphor unter einer Glasglocke verbrennt.

Eine besondere Gasart ist die Kohlensäure (auch Kohlenluft, kohlensaures Gas und fixe Luft genannt). Diese Luftart kommt mit dem Stickgas darin überein, daß das menschliche und thierische Leben darin gleich verloren ist und die Flamme darin verlöscht; verschieden aber davon ist sie schon darin, daß sie um die Hälfte schwerer ist, als die atmosphärische Luft, und sich daher aus einem Gefäß in ein anderes gießen läßt. Die atmosphärische Luft, die sonst einen kleinen Theil Kohlensäure schon in sich enthält, weicht dann aus dem andern Gefäß — warum wohl? — Ihres größern specifischen Gewichtes wegen findet man sie an niedrigen Stellen, wo sie nur eine gewisse Höhe erreicht. Von dieser Luftart findet man eine Schicht von reichlich 1 Fuß Höhe auf dem Boden der Hundsgrotte in Neapel. Dieser Name soll daher kommen, weil Doctor Taylor einen Hund da hinabließ, der von Secunde zu Secunde schwerer athmete, dem die Augen hervortraten und die Zunge so anschwoll, daß sie im Munde nicht mehr Platz zu haben schien, — bis man ihn bald hervorzog, und darauf ihm das Leben nach und nach wiederkehrte. — Dieses alles geschah innerhalb 2 Minuten. Eine Zeit lang sah er noch starr aus.

In verschlossenen Kellern entwickelt sich leicht Kohlensäure aus gährenden Stoffen: Bier, Wein (besonders Cham-

pagner) ꝛc. — Was sich übrigens in Bergwerken häufig findet, ist nicht immer diese Säure, sondern gewöhnlich Kohlenstoff, wie er sich wohl aus faulenden Körpern entwickelt. Dieser bildet, mit der Luft vermischt, Knallgas, durch dessen Entzündung in den Bergwerken oft heftige Explosionen bewirkt werden. Es führt auch den Namen Schwaden oder böse Wetter. — Der englische Chemiker Davy (geb. 1779) hat eine Sicherungslampe gegen die Entzündung dieses Gases, in Bergwerken, erfunden. —

Ehe man daher in gar nicht oder lange nicht besuchte Höhlen, oder in lange verschlossen gewesene Bier- oder Weinkeller — hinabsteigt, untersuche man, etwa durch eine brennende Kerze, die man hinabhält, ob die Luft darin zum Athmen tauglich ist, oder man beobachte die in §. 42. bezeichnete Vorsicht durch Chlorgas.

Was den Knall giebt, wenn man eine verschlossene Bierflasche schnell öffnet, ist Kohlensäure. Man bringt sie sonst hervor, wenn man Schwefelsäure und andere Säuren auf Kreide, Feldspath und überhaupt auf rohe Kalkarten tröpfelt. Diese Materien brausen dann auf, und namentlich Kreide verliert die Hälfte ihres Gewichts. So viel muß die Kohlensäure denn wohl ausgemacht haben. — Aus Steinkohlen, welche verbrennen, entwickelt sie sich ebenfalls. Selterwasser, Bier und Champagner verlieren ihren angenehmen Geschmack, wenn sie unter die Glocke der Luftpumpe gebracht werden, weil Kohlensäure, die diesen Getränken den Geschmack giebt, in der Luftleere entweicht.

Nutzen dieser Luftart: sie widersteht der Fäulniß (daher läßt Fleisch sich länger darin aufbewahren, als in gemeiner Luft); sie giebt manchen Gesundbrunnen ihre heilende Kraft; sie wird, in die rechte Verbindung gebracht, auch ein wichtiges Arzneimittel.

Noch eine Luftart ist das Wasserstoffgas (Hydrogenluft, auch als brennbare Luft, Sumpfluft, Knallluft bekannt). Das reine Wasser hat nur 2 Hauptbestand-

theile: Wasserstoff und Sauerstoff, so daß, wenn das Gewicht einer Wassermasse als aus 100 Theilen bestehend angesehen wird, davon 89 Theile Sauer- und reichlich 11 Theile Wasserstoff sind. Wenn aber als Raumtheile angesehen, so hat das Wasser 100 Theile Sauerstoff gegen 200 Theile Wasserstoff. Woher der Name Wasserstoffgas, können wir nun leicht vermuthen.

Werden beide Stoffe des Wassers geschieden, so bildet der Wasserstoff in Verbindung mit Wärmestoff (mit einem gewissen Wärmegrad) die brennbare Luft oder das Wasserstoffgas. In solche Verbindung mit der Wärme aber muß das Wasser schon gebracht werden, wenn die besagte Scheidung bewerkstelligt werden soll, so daß der Wasserstoff von selbst schon als Luft oder Gasart sich darstellt.

Man bringt diese Luftart in einer beliebigen Menge hervor, wenn man (wie oben vorher bei künstlicher Entwickelung des Sauerstoffgases) in ein gehörig eingerichtetes luftdichtes Gefäß Eisenspäne oder auch zerstoßenen Zink bringt, darauf ein Gemenge von einem Theil Vitriolöl und 6 Theilen Wasser dazu gießt, und sodann dieses Faß durch eine messingene Röhre mit einem zweiten Faß oder Ort, wo die brennbare Luft benutzt werden soll, in Verbindung bringt. Schon sobald das durch Wasser verdünnte Vitriolöl eingegossen wird, strömt die brennbare Luft durch die Röhre.

Auch wenn man Wasserdämpfe durch ein glühendes, mit eisernen Nägeln gefülltes Flintenrohr streichen läßt, verbindet sich der Sauerstoff mit dem Eisen und das Wasserstoffgas tritt am andern Ende, wo es nur aufgefangen werden darf, hervor. — Im reinen Wasserstoffgas sterben Thiere, weil das Sauerstoffgas fehlt.

Diese Luftart ist viel leichter als die atmosphärische Luft, so daß ihr specifisches Gewicht sich zu dem der letztern verhält, wie 3 zu 40.

In Sumpfgegenden entwickelt sich auch leicht eine Luftart, die dem Wasserstoffgase wenigstens verwandt, ja es

selbst, nur es nicht rein ist; brennbare Luft ist es auf jeden Fall.

Stößt man mit dem Stabe in einen Sumpf, und hält gleich vor die Oeffnung einen brennenden Schwefelstock, so steigt gleich ein Flämmchen (Abends wenigstens sichtbar) aus der Oeffnung.

Man kann auch diese Luftart in einer Flasche auffangen, wenn man sie geöffnet vor jene Sumpföffnung hält. Es steigen dann Luftbläschen darin hinauf. Das können sie, weil sie so viel leichter sind, als die in der Flasche befindliche atmosphärische Luft, die nach unten weicht.

Kehrt man nun die Flasche um (geöffnet) und hält eine Lichtflamme darüber, so giebt das einen Knall. Ueberhaupt wird Wasserstoffgas in Verbindung mit atmosphärischer Luft, noch mehr aber mit Sauerstoffgas, Knallluft. 2 Theile Wasserstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas geben die stärkste Knallluft.

Die Flämmchen, welche man unter dem Namen Irrwische oder Irrlichter in Sumpförtern, auf Kirchhöfen, und überhaupt da, wo thierische oder Pflanzenkörper in Verwesung übergehen, Abends oder Nachts zuweilen in der untern Luft schweben sieht, sind wahrscheinlich entzündete brennbare Luft, etwa Sumpf-Wasserstoffgas in Verbindung mit Phosphor, oder Phosphor-Wasserstoffgas, welches sich an der atmosphärischen Luft leicht von selbst entzündet; denn Phosphor für sich entzündet sich schon bei 28° R. Weil die Irrlichter sehr leicht sind, so folgen sie jedem Luft- oder Athemzuge, und haben manchen Menschen, besonders abergläubischen, schon sehr in Schreck gesetzt.

Die Engländer entwickeln eine brennbare Luft durch Ausglühen aus Steinkohlen (ein Steinkohlenwasserstoffgas), und benutzen sie seit 1819 zur Beleuchtung der Straßen, Häuser, Theater ꝛc. Auch in deutschen Städten schon benutzt man die brennbare Luft auf die Art — zur Gasbeleuchtung (nennt man das). Man entwickelt

nämlich diese Gasart in den gehörigen Behältern, und leitet sie durch verschiedene Reinigungsgefäße und Röhren dahin, wo man sie haben will. Hier kann man sie nun nach Willkühr in größern und kleinern Oeffnungen nach allen Richtungen ausströmen lassen. Wird sie so angezündet, so gewährt sie eine Helligkeit, die ein gewöhnliches Kerzenlicht weit übertrifft. Das geht gleichmäßig fort. Lichtputzen ist hier nicht erforderlich; Funken fallen nicht nieder. Werden die Hähne zugedreht, so verlöscht das Licht im Augenblick; bei offenem Hahn aber, und so lange das Gas nur nachströmt, dauert das Licht fort, und das alles (sobald das Gas rein ist) ohne irgend einen Geruch.

Schon ist man auch dahin gekommen, aus Oel solches Gas für die Beleuchtungswerke zu gewinnen. Einer von den Erfindern des Oelgases (der Engländer Gordon) hat tragbare Gaslampen erfunden, für welche man eine große Menge Gas ungefähr so, wie beim Laden einer Windbüchse, in einen engen Raum preßt. Diese Gaslampen kann man von einem Zimmer in das andere tragen.

Noch einen andern Gebrauch, den die Menschen von dem Wasserstoffgas, besonders von dem, was aus Eisenspänen oder Zink entwickelt wird, machen, wollen wir jetzt kennen lernen. Doch hier müssen wir einen kleinen Umweg machen.

Schon längst kamen Menschen zum Nachsinnen darüber, ob und wie es wohl möglich sei, sich — wie es ja doch der Vogel könne — in die Luft zu erheben. Man schlug vor, den Menschenkörper mit andern Körpern, die viel leichter seien, als atmosphärische Luft, in Verbindung zu bringen. — Das war an sich nicht unrichtig; warum nicht? — Aber wie das auszuführen, darüber war man noch zweifelhaft. Eine große luftleere, hohle Metallkugel kam in Vorschlag. Das war nicht so übel dem Ansehen nach, doch ging das nicht. Leinewand, Papier in Kugelform, hohl und luftdicht gemacht und dann mit der verdünn-

ten Luft der obern Luftgegend angefüllt — dachte auch jemand —. Konnte das angehen? — Warum? oder warum nicht? —

Wasserstoffgas, ja viel leichter als die atmosphärische Luft ungeachtet der mit dieser gleichen Expansibilität, — dachte Cavendish, Sohn eines Herzogs in England, der in der Chemie zu vielen Fortschritten beigetragen hat, und wohl als Erfinder der künstlichen Entwickelung des Wasserstoffgases angesehen werden kann (seit 1766). Doch kam die Sache damals noch nicht weiter.

Versuche damit wurden erst später (1782) von andern gemacht. Das Papier ließ aber das Gas durch. Mit Seifenblasen indeß, die wirklich aufstiegen, gelang es.

Wirkliche Erfinder wurden zwei Brüder Montgolfier (geb. zu Annonay in Frankreich). Sie füllten Säcke aus Papier mit brennbarer Luft. Das ging noch nicht. Ein paar Monate später zündete der ältere Bruder in der Höhle eines länglichen Balls von 40 Cubikfuß Raum — Papier an, erhitzte so den innern Raum, und der Ball stieg bis an die Decke des Zimmers. Der Versuch wurde wiederholt mit noch größerem Raum, und es erfolgte Aehnliches —.

Nun verfertigten beide Brüder einen Ball aus Leinewand, mit Papier gefüttert, von 35 Fuß Durchmesser (schwer an sich 450 *U.* und daran noch eine Last von 400 *U.*). Den ließen sie 1783 d. 5. Juni öffentlich aufsteigen. Er stieg in 10 Minuten an 6000 Fuß hoch, und senkte sich bald darauf in einer Entfernung von 7200 Fuß zur Erde. Dieser Versuch machte großes Aufsehen, und wurde vielfältig auch von andern wiederholt. — Wie konnte das angehen? — Die durch Feuer (gewöhnlich Strohfeuer) verdünnte Luft verliert von der Expansibilität durch die Verdünnung nichts, wird aber so viel specifisch leichter, als die Verdünnung groß ist, und das kann so viel werden, daß noch eine bedeutende fremde Last in Verbindung damit das Gleichge-

wicht mit der umgebenden untern Luft lange noch nicht erreicht.

Professor Charles zu Paris war es, dem der Versuch mit Wasserstoffgas zuerst gelang. Mit Hülfe der Gebrüder Rozier (es waren geschickte Mechaniker) überzog er eine Halbkugel von Taffet mit einem Firniß von Federharz. Die füllte er durch Leitungsröhren mit Wasserstoffgas, aus Eisen durch starke Schwefelsäure gewonnen. Diese ließ er in demselben Jahre 1783, und zwar den 27. August, bei Paris, aufsteigen. Sie stieg in 2 Minuten an 3000 Fuß hoch, verschwand in den Wolken, und fiel nach $\frac{3}{4}$ Stunden gegen $2\frac{1}{2}$ Meilen von Paris sanft nieder, doch war sie zerplatzt. Ihr Durchmesser war $12\frac{1}{6}$ Fuß und sie wog 21 ℔.

Man hatte nun also zwei Arten von Luftbällen, den mit gemeiner, durch Wärme verdünnter Luft gefüllten, welcher nach seinen Erfindern Montgolfiere, und den mit brennbarer Luft, welcher Aerostat genannt wurde, eher noch aber Charliere hätte heißen können.

Der jüngere Montgolfier ließ noch in demselben Jahr d. 19. Septbr. vor dem Könige einen sehr großen Luftball (seiner Art) aufsteigen. An diesen hatte er einen Käfig mit einem Hammel, einer Ente und einem Hahn befestigt. Der erhob sich etwa 14,000 Fuß, und — kam so sanft herunter, daß die Thiere durchaus unbeschädigt blieben.

Pilatre de Rozier stieg am 23. Juni 1784 mit 7 Personen mit einem Ball von 102 Fuß Durchmesser auf. Er kam nur 3000 Fuß hoch; der Ball erhielt einen Riß und sank zur Erde, doch die Menschen blieben unbeschädigt.

Solche Versuche wurden oft wiederholt. Schon im Jahr 1785 schiffte Blanchard, ein Franzose, und Jeffries, aus Amerika, auf solche Art in Zeit von zwei Stunden über den Kanal durch die Luft.

Blanchard hat zuerst mit den Luftbällen Fallschirme in Verbindung gebracht. Solcher Fallschirm ist ungefähr wie ein Regenschirm, woran die aufsteigende Person unten

befestigt ist. Bei dem möglicher Weise entstehenden Fall entfaltet derselbe sich wegen des Widerstandes der darunter befindlichen Luft von selbst. Weil er eine so große (etwa 20 Fuß weite) Ausdehnung hat, so läßt die darunter sich pressende und daher um so mehr widerstehende Luft nur einen sehr langsamen Fall zu, so daß die Gefahr eines Unglücks für fallende Personen gewöhnlich verhütet wird.

In späterer Zeit haben auch Damen Luftfahrten gemacht, unter andern im August 1816 die Professorinn Reichard zu Hamburg, die von da aus in 5 Stunden eine solche Luftreise bis an die Pommersche Grenze, d. i. von ungefähr 30 Meilen, machte; später noch die Demoiselle Garnerin, und früher noch die Madame Blanchard, die aber ihre Kühnheit mit dem Leben büßte. So war es dem Pilatre von Rozier 1785 auf einer Luftfahrt zwischen Bologne und Calais auch gegangen.

Bei dem Luftfahrzeug ist vornehmlich zweierlei zu unterscheiden: der eigentliche Luftballon, entweder in Kugel- oder länglich runder Form (hier oft Birngestalt), und — das (unten hängende) eigentliche Luftschiffchen, ein Korb in Schiffsgestalt, worin Menschen und, was sie mit sich nehmen, Platz haben.

Die Luftschiffer (Aeronauten) nehmen Säcke mit Sand (Ballast) in ihr Schiffchen. Wenn nun der Ball nicht höher steigen will, und sie wollen es doch, oder wenn es zu sinken anfängt, was sie noch nicht wollen: so werfen sie ein Säckchen aus, und — das Steigen erfolgt — wie das? — Auch von anderer Seite ist es gut, wenn die Last größer ist; sonst würde in der untern dichtern Luft der Aufflug leicht zu schnell erfolgen.

Auch zum Sinken können sie das Fahrzeug nach ihrem Belieben bringen. Sie können mittelst einer Schnur ein Ventil öffnen, so daß etwas (mehr oder weniger wie sie wollen) atmosphärische Luft hineindringen kann, und —

damit nicht zu viel, so können sie auch das Ventil wieder verschließen.

Das Luftschiff mit Sicherheit dahin zu lenken, wohin man es haben will, dazu hat man noch kein Mittel ausfindig machen können. Das Schiff im Wasser kann man lenken; dazu dient das Steuerruder. So etwas hat man am Luftschiff auch versucht; das ist aber noch nur wenig gelungen, nur bei ganz mäßigem Winde in Etwas. Im Uebrigen ist man da noch größtentheils der Willkühr des Windes überlassen. Daher wählt man zu solcher Reise die möglichste Windstille oder günstigen Wind.

Wirklichen Gewinn hat die Luftschifferei noch nur wenig gebracht. Die Franzosen haben z. B. sie in ihren Kriegen dazu zu benutzen gesucht, von den hohen Luftgegenden aus die Beschaffenheit des feindlichen Lagers auszukundschaften. Sonst hat man immer auch in den höhern Gegenden vielerlei Untersuchungen in physikalischer Hinsicht anzustellen sich bemüht; auch manche Bemerkungen in Folge davon sind der Welt mitgetheilt worden, besonders durch den Aeronauten Robertson, der sich zu dem Ende auch zu ganz ungewöhnlicher Höhe zu erheben gewagt hat (über 20,000 Fuß). Dieses Mannes mehr als 60 Luftfahrten haben immer weniger (wie bei den meisten sonst) Belustigung und Gelderwerb, als Bereicherung der Wissenschaft, zum Zweck gehabt. — Ob noch einmal mehr wahrer Gewinn für Menschenwohl, Menschenbildung — unter der Leitung des allweisen Weltregierers aus dieser Erfindung, die manchem kühnen Unternehmer schon das Leben gekostet hat, entstehen wird, ist uns noch verborgen.

§. 56.

Winde. Grade ihrer Stärke. Verschiedene Ursachen der Winde. Regelmäßige und unregelmäßige (beständige — Passatwinde — und abwechselnde — periodische —). Nasse und trockene Jahreszeiten.

Was wir Wind nennen, wissen wir (aus §. 9.), ebenfalls, daß Wärme in der einen und Kälte oder weniger Wärme in der andern Gegend eine Hauptursache zum Entstehen des Windes ist, und auch —, wie das eine Ursache davon sein kann. (Dieses werde wiederholt.) Daß man die Winde nach den Weltgegenden zu nennen pflegt, woher sie wehen, wissen wir aus §. 28. Nenne einige dieser Namen! (Nach welcher Weltgegend wird ein Wasserzug oder Strom benannt? —)

Nach dem Grade der Stärke der Winde, d. i. nach der Geschwindigkeit der Luftbewegung bei den Winden, giebt man denselben verschiedene Namen. So heißt der Wind bei einer Geschwindigkeit in 1 Secunde von 3—5 Fuß (wo er kaum zu bemerken) ein Lüftchen, — v. 5—10 Fuß, ein sanfter, — v. 10—16 Fuß, ein mäßiger, — 24 F. ein steifer, — 35 F. ein harter Wind, — 42 F. ein kleiner Sturm, — 50 F. ein mäßiger, — 54 F. ein harter Sturm, — 60 F. (in Europa) eine Windsbraut (Orkan), — 100 F. und darüber, wirklicher Orkan. In der letztern Art hat man in Europa die Orkane selten; aber z. B. bei den Antillen, beim Kap Horn, beim Vorgebirge der guten Hoffnung u. s. w. sind solche nicht selten. Die Gewalt solcher Orkane geht ins Unglaubliche, sowie die Zerstörungen, die sie anrichten. Schon ein europäischer Orkan von 60 Fuß Geschwindigkeit drückt in 1 Secunde mit einer Kraft von 8 *U.* auf jeden Quadratfuß dem gewöhnlichen Luftdruck entgegen; dagegen drückt ein Orkan von 120 Fuß auf eine Fläche von 150 Fuß Höhe und 80 Fuß Breite (auf einen solchen Kirchthurm etwa) mit einer

Kraft von 9 Millionen *C.* Schwer hält ein solcher Thurm das aus.

Außer der einen, der Hauptursache der Winde, giebt es noch viele besondere Ursachen, daß nur ein sehr kleiner Theil davon als bekannt angesehen werden kann, besonders unbekannt ist man damit da, wo es mit in Betracht kommt, den innern Zusammenhang zwischen der wahrscheinlichen Ursache und Wirkung zu durchschauen. Doch wollen wir einige der bekanntesten Ursachen hier in Erwägung ziehen. Eine Wolke, welche herantreibt, erkältet die Luft unter sich, vorzüglich, weil sie derselben die Sonne bedeckt, und erzeugt dadurch einen Wind, welcher gewöhnlich wieder verschwindet, sobald die Wolke weiter fortgezogen ist. — Eine Feuersbrunst, die bei Windstille entsteht, erregt Wind, weil sie die Luft verdünnt —. Weht aber schon ein Wind, so erwärmt sie die Luft besonders nach der Gegend hin, wohin der Wind die Hitze treibt, und verdünnt da die Luft. Daher fängt der Wind bald an von der entgegengesetzten Seite her zu wehen, indem die nach der Seite hin weiter entfernte Luft sich bald nach der Stelle der verdünnten hindrängen wird. — Zuweilen werden plötzlich viele der in einer Luftgegend als Nebel oder Wolken schwebenden wässerigen Theile in luftförmigen Dampf (Dunst) verwandelt. Das bindet schnell die Wärme, giebt so Luftverdichtung, und daher Wind. — Schnee bei gelinder Witterung kühlt die Luft ab, und erzeugt (weil es meistens vom Norden her schneiet, gewöhnlich Nord=) Wind. —

Im Sommer meistens, doch auch in andern Jahreszeiten, wird Abends die untere Luft in der Regel kühler und dichter. Sie trägt daher die in ihr schwebenden nicht völlig aufgelös'ten Wassertheilchen wohl höher hinauf, so daß diese sich in der obern Luft mehr häufen. Die obere Luft wird Morgens am ersten von den Sonnenstrahlen, die unter dem Horizont hervor kommen, erwärmt. Das löset die Dünste daselbst auf, und die obere Luft wird kälter und dichter, und

senkt sich daher, und zwar nach der Gegend hin, wohin die Sonnenstrahlen am spätesten reichen, also am wenigsten Widerstand ist, d. i. gegen Westen hin. Das giebt dann einen kühlenden Ostwind, welcher auch den Morgenthau mit verursacht. Dieser Ostwind wird aber aufhören, sobald die Sonne soweit sich erhoben hat, daß sie alles gleichmäßig erwärmt. — Aus den Schluchten der sogenannten Windberge bei Cesi im Kirchenstaat wehet 4 Stunden Vormittags und 4 Stunden Nachmittags ein kühler Wind, weil in diesen Tagesstunden die äußere Luft wärmer ist, als die in den Schluchten. Man pflegt die kühle Luft durch Röhren in die Zimmer nahe liegender Landhäuser zu leiten.

Wie durch die Luftelectricität beim Gewitter oft heftiger Wind entsteht, wissen wir aus §. 25.; Electricität indeß kann auch noch auf eine andere Art die Ursache des Windes sein. Aus den Spitzen electrisirter Körper strömt die Electricität leicht heraus und in die Luft über, wie weiter unten wird dargestellt werden. Dadurch wird die Luft stark zurückgestoßen. Das schon verdichtet die Luft; und mehr noch aber geschieht das wegen der kühlenden — wärmebindenden Kraft der Electricität. Daß dieses leicht einen, und zwar kühlenden, Wind bewirkt, ergiebt sich von selbst. Dichte stark electrisirte Wolken haben, wie Beobachtungen lehren, oft herabhängende Flocken, welche als die Spitzen electrisirter Körper angesehen werden können. Solche electrisirte Wolken zeigten sich in dem Winter von 1824 auf 1825 sehr reichlich, und mehr und weniger starke Stürme eben so oft. — Diese Wolken entstanden oft plötzlich; und unerwartet, meist nach einer allgemeinen Stille, traten die heftigsten Stürme ein, die nicht selten in abwechselnden Windstößen bestanden, — dieses gewiß daher, weil Electr. bald mehr, bald weniger stark ausströmte. — In der Nähe der Berge und zwischen Bergen verdichten sich die electrisirten Wolken mehr und stärker, weßwegen es auch da häufigere Windstöße giebt. Es sind manche Ursachen, welche Wolken leicht

zertheilen. Daher legen sich solche Winde manchmal bald, zuweilen plötzlich. Wenn die Luft nach irgend einer Gegend hinfließt und stark electrisirte Wolken breiten sich über dieser fließenden Luft aus, so wird gewöhnlich dieser Luftfluß zuerst gehemmt und dann die Luft verdichtet. Auch vergrößern und verdichten sich jene Wolken selbst von der Windseite her, wegen des Widerstandes, den sie da finden. Es fließt aber aus diesen verdichteten Wolken die Electr. stärker aus, stößt gegen die Luft, und es entsteht leicht ein Wind, welcher dem vorigen entgegengesetzt ist. So auch mag es zugehen, daß die Gewitter gewöhnlich am stärksten sind, welche dem Winde entgegen heraufsteigen. Da werden die Gewitterwolken wegen des Widerstandes der Luft mehr verdichtet, und entladen sich deßhalb nachher mit um so größerer Heftigkeit.

Wir wissen aus andern Stunden, was Schneelavinen sind, und wie sie entstehen. Da diese oft in großer Masse und mit so ungeheurer Gewalt fortrollen, so können sie auch wohl Ursache einer großen Lufterschütterung und eines heftigen Windes werden. Das bestätigt auch die Erfahrung z. B. in den Alpengegenden, wo große und viele Schneelavinen oft von starken Winden (Stürmen sogar) begleitet werden.

Die Ursachen der Lufterwärmung und Erkaltung sind so mannigfaltig, daß der Mensch bis dahin noch keine bestimmte Regel, wonach und wann das allemal geschieht, hat entdecken können. Auch in Betreff der andern Ursachen der Winde kennt der Mensch das Naturgesetz und die Zeiten und Umstände, wann und unter welchen dasselbe so oder anders wirkt, noch nicht. Eben daher, weil er noch keine Regeln in dieser Beziehung hat entdecken können (nicht aber, weil es keine solche giebt), nennt er diese Winde unregelmäßige, zum Unterschiede von gewissen Winden in andern (den tropischen) Gegenden, die mehr eine bestimmte Zeit und Richtung halten, und regelmäßige Winde heißen.

Von diesen giebt es solche, die nicht nur beständig wehen, sondern auch fortgehend fast einerlei Richtung halten. Diese kann man beständige Winde nennen. Andere verändern nach den Jahreszeiten ihre Richtung, aber immer so, daß man schon weiß, wann da=, wann dorther —. Diese kann man abwechselnde (auch periodische) regelmäßige Winde nennen.

Von den beständigen Winden zuerst. Solche Winde wehen nämlich zwischen den Wendekreisen, auch etwas über diese hinaus, das ganze Jahr hindurch. So weht zwischen 8 Grad N. Br. und 28 Gr. N. Br. ein beständiger Nordostwind, und zwischen 3 Gr. N. Br. und 28 Gr. S. Br. ein solcher Südostwind. Dagegen ist zwischen 8 Gr. N. Br. und 3 Gr. N. Br. die Gegend, welche die Schiffer die Region der Windstille oder die der veränderlichen Winde nennen. Jene Winde sind eigentlich nur regelmäßig auf den Meeren, dem atlantischen und dem stillen Meere; an den Küsten und auf dem Lande sind es veränderliche (unregelmäßige) Winde. Auf dem Meere haben sie durchgehends nur eine Geschwindigkeit von ungefähr 10 Fuß. Je weiter von der Region der Windstille entfernt, desto mehr sind sie Nord= oder Südwinde, und je näher dieser Region, desto mehr nähern sie sich wirklichen Ostwinden. Passatwinde heißen sie vielleicht deßwegen, weil die Schiffe mit ihrer Hülfe das Meer mit Sicherheit passiren können.

Wie erklärt man sich das Entstehen dieser Winde? — In der heißen Zone wird die Luft am stärksten erwärmt, auf dem Lande freilich leicht sehr ungleichmäßig wegen verschiedener Beschaffenheit des Bodens; aber auf dem Meere sehr gleichmäßig. Das macht die Luft ausgedehnt und leicht. Sie wird daher von der angrenzenden dichtern Luft (von N. und S. her) in die Höhe gedrängt. Dabei strömt alsdann von N. und S. die dichtere und kühlere oder kältere Luft herbei. Das muß einen beständigen Nord= und Südwind geben, zwei Winde, die einander gerade entge=

genkommen und sich in der heißen Zone erreichen. Hier wird die heranströmende Luft wieder erwärmt und aufsteigen. Die Gegenwinde oder die Luftströmungen, die von N. und S. gegeneinander stoßen, werden machen, daß die von N. kommende Luft in der obern Gegend nach N. und die von S. kommende nach S. zurückströmt, um die, unten daherkommende Luft zu ersetzen. — Nach diesem allen strömt die kältere Luft in den untern Luftgegenden von den Polen nach dem Aequator und in den obern Gegenden die wärmere Luft vom Aequator nach den Polen. — So wäre es wirklich, wenn die Erde sich nicht um ihre Axe drehte. Indem aber dieses doch geschieht, zieht die Erde die Atmosphäre (die Luft) mit nach Osten herum, und um so stärker, je schneller die Bewegung der Erde, d. i.: je näher nach dem Aequator; denn eben hier hat jeder Punkt der Erdoberfläche die größte (etwa **1500** Fuß Geschwindigkeit in einer Secunde).

Sonach wirken hier **2** bewegende Kräfte auf die Luft: die welche sie von N. u. S. nach dem Aequator, und die, welche sie von W. nach O. zieht. Sonach muß sie der Diagonalrichtung beider Kräfte folgen, also nördlich vom Aequator nach S. O. und südlich — nach N. O. hin, so daß wir also in jener Gegend N. Westwind und in dieser S. Westwind haben müßten. Es ist aber ja Nordostwind und Südostwind. Wie kann das bestehen? — Merken wir Folgendes: Wenn wir bei ruhiger Luft still stehen, so merken wir keinen Wind. Fahren oder reiten wir sehr schnell, so fühlen wir, daß ein Wind uns entgegenkommt. Geschieht diese Bewegung nach Osten hin, so merken wir Ostwind, und um so stärker, je schneller die Bewegung gegen O. ist. — Bewegt sich dann die Luft wirklich von O. nach W. hin? — Nein, sie ist ja ruhig. Gesetzt wir hätten gar einen ganz leisen Westwind, den wir beim Stillstehen im Freien auch merken könnten, und wir bewegten uns darauf für unsere Person mit zwei- oder dreimal so großer Ge-

schwindigkeit, als jener Westwind (etwa auf einem offenen Schnellwagen auf einer Eisenbahn) gegen O.: so würden wir Ostwind empfinden. — Wie schnell bewegt sich nun nicht die Erde nach O. hin, je näher bei dem Aequator? — Wir (wenn wir da sind) bewegen uns in derselben Geschwindigkeit mit der Erde. Was müßten wir für einen Oststurm empfinden, wenn die Luft an sich in Ruhe wäre, d. i. wenn sie nicht um etwas einmal durch die Erde mit nach O. fortgezogen würde? — Das gäbe einen Ostorkan über 12mal so stark, als je auf einem Punkt der Erde gewesen ist. — Wenn dagegen die Luft der Erde eben so ungehindert bei ihrer Axenbewegung folgte, als wir ihr folgen, so hätten wir völlige Windstille. — Dieses ist nun nicht, und jenes (ein völliges Zurückbleiben der Luft) ist auch nicht; denn bliebe die Luft in der Nordhälfte der Erde da, wo sie ist, so bewegte sie sich mit der Erdoberfläche da in gleicher Geschwindigkeit von W. nach O. (Axenbewegung). Nun aber zieht sie sich nach S., wo die Bewegung der Erdoberfläche nach O. eine geschwindere ist als da, woher die Luft kommt. Dieser größern Geschwindigkeit nach O. kann sie, wegen ihres Beharrungsvermögens, so schnell nicht folgen; sie muß im W. etwas zurückbleiben, und das ist unserer Wahrnahme nach, da wir der Erde ja nach O. folgen, eine Luftbewegung von O. nach W. Da sie ja aber auch nach S. sich bewegt, so entsteht durch die Vereinigung der beiden Bewegungskräfte eine Bewegung nach S. und W., und somit mehr oder weniger ein Nordost-Wind. — In der Südhälfte giebt das aus ähnlicher Ursache Südost-Wind.

Daß der Wind, je näher dem Aequator, desto mehr, und zuletzt fast, O. ist, kommt, weil da die Luft gegen die Erde um so mehr, und am meisten, nach W. zurückbleibt.

(Diese Passatwinde, der Nord- und Südost-Passat, sind es, die als Mitursache der Hauptmeeresströmung können angesehen werden.)

Wir wollen sehen, was weiter natürlich erfolgt. Die Luft, die in den untern Gegenden von N. O. und S. O. gegen den Aequator getrieben wird, verdünnt sich da, steigt in die Höhe, und weil die von N. O. her gegen die von S. O. her anstößt, so wird jene oben ihre Richtung ungefähr nach N. (diese nach S.) nehmen, zugleich aber, weil sie in der Rückbewegung in Gegenden kommt, wo die Geschwindigkeit der Erdbewegung gegen O. immer geringer wird, sie aber ihre Geschwindigkeit, womit sie einmal nach O. gezogen wird, behält: so wird sie zuletzt der Erde in ihrer Bewegung nach O. gar voraneilen. Das giebt denn eine Richtung fast nach N. O. hin, also einen S. Westwind. Auf eben solche Art würde die Rückbewegung der Luft im S. vom Aequator ein S. Westwind. Es wird nun aber die durch Erwärmung verdünnte und aufgestiegene Luft in den obern Gegenden nach und nach erkalten, sich verdichten und allmählich senken; aber die Richtung, die sie in ihrer Bewegung angenommen hat, wird sie ihres Beharrungsvermögens wegen auch unten noch fortsetzen. Davon findet man auch Spuren diesseit des nördlichen Wendekreises, wo auf freiem Meere ein etwas regelmäßiger Südwestwind wehet, welchen Seefahrende auch benutzen, wenn sie von Amerika nach Europa oder Afrika wollen.

Was die Region der Windstille betrifft, so ist dieser Ausdruck nicht buchstäblich zu nehmen, wie auch der zweite Name („— der veränderlichen Winde") schon andeutet. Besonders sind es viele, oft starke und gefährliche Wirbelwinde, die hier entstehen. Das liegt auch in der Natur der Sache, weil hier vorzüglich die Winde einander begegnen und zusammenstoßen. — Daß aber diese Region mehr in der nördlichen heißen Zone ist, als in der südlichen, liegt wohl darin, daß auf der Nordhälfte der Erde, weil da mehr Land, der Wärmegrad im Ganzen verhältnißmäßig größer ist, als auf der Südhälfte. Es verändert sich diese Region

auch nach den Jahreszeiten, so daß sie z. B. in unserm Sommer sich noch weiter nach N. hin erstreckt.

Warum nur auf den Meeren die Passatwinde eigentlich wehen? — Auf dem Lande wechseln Berge, Thäler, Ebenen, Sümpfe, Seen — auch verschiedenartige Beschaffenheit des Bodens —. Das ist Ursache eines sehr verschiedenartigen Wärmegrades. Das reicht auch bis an die Küsten hin, oft noch eine Strecke über das Meer fort, und muß wohl einen verschiedenartigen Wechsel des Windes herbeiführen.

In der heißen Zone unterscheidet man vornehmlich zwei Jahreszeiten: eine nasse (die Regenzeit), die auch die kältere, und eine trockene Jahreszeit, die auch die wärmere ist. Nun ist es so: Wenn im nördlichen Theil der heißen Zone nasse Zeit ist, so ist im südlichen Theil trockene Zeit, und umgekehrt. Denken wir zuerst an den nördlichen Theil. In unserm Herbst und Winter wird durch vielen Regen und Schnee die Luft der nördlichen gemäßigten Zone sehr gereinigt. Diese gereinigte Luft führt der Nordost-Passat in die heiße Zone. Daselbst wird sie erwärmt, und sie kann sonach viel mehr Dünste in sich aufnehmen und luftförmig erhalten. Das macht daselbst (im nördlichen Theil der heißen Zone) trockene Zeit, wo der Himmel heiter ist. In unserm Winter ist dort Sommer. — In unserm Sommer aber ist die Luft unserer gemäßigten Zone fast eben so warm, wie in der heißen und die Ausdünstung besonders stark. Es wird also dann die mit Dünsten beladene Luft durch den Passatwind in die heiße Zone getrieben, die Luft daselbst aber bald mit Wassertheilchen gesättigt, und das giebt — Regen, Regenzeit, nasse Jahreszeit für den nördlichen Theil der heißen Zone, den Winter in unserm Sommer. Im südlichen Theil der heißen Zone ist beides umgekehrt — wie hängt das zusammen?

§. 57.

Periodische Winde, als: Moussons und deren Wirkung, Land- und Seewinde u. s. w. Verschiedene Richtungen der Winde. Fremdartige Theile, welche die Winde oft mit sich führen. Bösartige Winde.

Zu den regelmäßigen Winden rechnen wir auch die nach bestimmten Zeiten abwechselnden und somit periodischen Winde. Diese Abwechslung kann nach Jahres- und auch Tageszeiten sich richten. Es kann die Richtung des Windes wechseln, sowie der Grad der Stärke desselben, und letzteres auch so, daß der Wind zu einer bestimmten Zeit wehet, zu anderer Zeit aber wieder still ist.

Als periodische Winde kommen vornehmlich die Moussons in Betracht. Dieses Wort leitet man ab von dem Malaischen Worte Mousson, welches Jahr oder Jahreszeit bedeutet. Diese Winde wehen in gewissen Zeiten des Jahres aus einer Weltgegend, in den übrigen Zeiten aus einer andern, oftmals jener entgegengesetzten. Vorzüglich trifft man sie in den Tropengegenden (in der heißen Zone) besonders an den Küsten, als: im indischen Meer und dessen Theilen — auch bei Amerika —. So weht an den brasilischen Küsten in unserm Sommer ein Südwestwind, im Winter ein Nordostwind; zwischen Afrika und Madagaskar vom October bis Mai ein Südostwind, sonst ein Westwind; im Meerbusen von Bengalen und im indischen Meer vom April bis October ein Südwestwind (gewöhnlich mit schwarzen Wolken), sonst aber ein Nord- oder Nordostwind (bei gewöhnlich klarem Himmel).

An den Meerbusen von Bengalen wollen wir hier nur beispielsweise einmal denken und fragen: Wie geht es zu? — Im Sommer ist die Luft über dem Lande wärmer, als über dem südlicher liegenden Meere. Daher muß Südwind entstehen. Dieser kommt vom Aequator her, und hat durch die Axendrehung der Erde den schnellen Aequatorzug

nach Osten erhalten, und die Größe dieses Zuges bringt er mit in die nördlichere Gegend der Erde, wo er als Windzug nach O. stärker ist, als hier der Zug der Erdoberfläche dahin. Daher Wind von W. her, der vereinigt mit dem Südwind eine Richtung von S. S. W. und S. W. her annimmt. — Im Winter dagegen ist es auf den Höhen des Landes kälter als auf dem Meer. Daher entsteht Nordwind. Es strömt jetzt aber die Luft auf den Aequator zu, also dahin, wo die Geschwindigkeit der Erdbewegung (Axendrehung) zunimmt. Die Luft bleibt daher, je weiter sie kommt, desto mehr gegen die Erdgeschwindigkeit im W. zurück, d. i. für die Wahrnahme eine Bewegung nach W. hin, oder Ostwind. Dieser giebt vereinigt mit dem Nordwind einen Wind aus N.N.O. und N.O.

Auf ähnliche Art erklärt es sich auch mit den Moussons bei Amerika, bei Madagaskar, zwischen Sumatra und China u. s. w.

Die Moussons bringen aus der Gegend, woher sie wehen, oft viele Regenwolken. Diese stoßen sich dann an die hohen Gebirge, welche sie etwa treffen, und müssen (weil sie meistens niedriger schweben, als die Gebirge) ins Land zurück. Die höhere Luft aber zieht über die Gebirge hinweg, trocknet alles auf der andern Seite ab, und bringt da Sommer, d. i. trockene Witterung. Wohin aber die Wolken zurückziehen, da giebt es bald Regen, und gewöhnlich heftige Gewitter, auch viele Stürme — was zusammen man da Winter nennt. Demnach sind die Moussons oft die Ursache, daß es an einer Seite der hohen Gebirge Sommer und auf der andern Seite zu derselben Zeit Winter ist. So findet man es auch bei der ostindischen Halbinsel diesseit des Ganges.

Auch die Land- und Seewinde, wovon in §. 9. eine Andeutung gemacht worden, rechnet man zu den periodischen Winden. Diese trifft man vornehmlich an den Küsten der heißen Zone, doch auch im mittelländischen Meer,

selbst an der Ostseeküste — bei Danzig. Seewinde sind die des Tages, denn dann ist das Meer kühler als das Land, und Landwinde wehen am Abend und in der Nacht, weil dann es über dem Lande kühler ist. Die Seewinde sind an Vorgebirgen am stärksten, in Meerbusen am schwächsten.

Der §. 56. erwähnte Ostwind, welcher Morgens oftmals weht, aber, so wie die Sonne höher kommt, verschwindet, — gehört der auch zu den periodischen Winden? — In wie fern? —

In unserer Gegend hat man es oft, daß Tags ein ziemlicher Wind ist, der sich Abends größtentheils oder ganz legt, und am andern Morgen wieder anfängt. In wiefern kann solcher Wind ein periodischer heißen? — wenigstens zum Theil periodisch? — Wie läßt sich das Entstehen desselben erklären? — Vielleicht so: Wenn in einer Gegend es ziemlich regnet oder sich da dichte Wolken befinden, und in der angrenzenden nicht, so wird in jener die Luft sehr abgekühlt, und von da her in Bewegung gesetzt. Gegen Abend aber kühlt sich die Luft auch in der wärmern Gegend ab, und es wird das Gleichgewicht derselben wenigstens in Etwas wieder hergestellt. Daher legt sich der Wind. Am andern Morgen kann dieselbe Ursache Statt finden, und der Wind kommt wieder.

Zu den zum Theil periodischen Winden können wir auch wohl unsere sogenannten Aequinoctialstürme rechnen. Das sind Stürme, die um die Zeit der Tag- und Nachtgleichen (Aequinoctien) wiederzukehren pflegen, jedoch eines Theils nicht immer genau Zeit halten (einige Wochen früher oder später kommen), andern Theils auch wohl gänzlich ausbleiben. Sie wehen vornehmlich in der Nord- und Ostsee, sowie im mittlern und nördlichen Europa, und kommen meistens aus W., S. W. oder N. W.

Wir kennen also auch periodische Winde außer der heißen Zone — welche?

Daß die Richtung der Winde nach den Weltgegenden

verschieden ist und danach die Namen es auch sind, wissen wir —. Im Uebrigen ist die Richtung in den meisten Fällen parallel mit der Erdoberfläche, d. i. horizontal. Doch giebt es Beispiele genug von Winden, die aufwärts steigen, entweder senkrecht oder schräge. Sie scheinen sich aus der Erde oder aus dem Wasser (Meer, Seen —) zu erheben. Im letztern Falle setzen sie das Wasser in starke Bewegung. Wirbelwinde, (wovon unten mehr) scheinen in einer Wirbelbewegung (fast Schraubengang) einer Luftschicht von unten nach oben zu bestehen. — Auch senkrecht oder schräg herunter zur Erde herab scheint manche Luftbewegung sich zu richten.

Der Wind pflegt die Eigenschaft der Oberfläche anzunehmen, worüber er hinwegstreicht. Ein anhaltender Westwind, auch der Nord- und Südwestwind, ist bei uns feucht, und läßt gewöhnlich Regen erfolgen, weil er über's atlantische Meer kommt. Der Nord- und Nordostwind, der über Eisfelder streicht, bringt Kälte; der Südwind dagegen, besonders, wo keine hohen Gebirge ihm im Wege sind, wie es in der Schweiz und in Italien die Alpen, und in Spanien die Pyrenäen sein können, meistens Wärme oder gar Hitze. Der Ostwind, wenn er über asiatische Steppen oder doch über tausend Meilen weit ausgedehntes, zum Theil hochliegendes Land kommt, macht es dürre. — Der Wind führt auch den nebelartigen Rauch, den wir Höhenrauch nennen, nach den Ländern hin, wohin er weht; so bringt der Nordwestwind denselben, besonders im August und September, nach Mitteldeutschland, woraus man geschlossen hat, derselbe sei nichts anders, als der Rauch der alsdann im Westphälischen brennenden Torfmoore. In dem heißen Erdstrich riechen Schiffer oft schon, wenn sie auch noch fast 100 Meilen vom Lande entfernt sind, den Duft der dort blühenden Orangenwälder, sobald der Wind ihnen dorther entgegenkommt. — Wie weit tragen Winde nicht die Asche der vulkanischen Ausbrüche oft!

Da das ist, und die fremdartigen Theile, welche die Luft aufnehmen kann, gewiß eben so wohl schädlich als unschädlich sein können, ja es Gegenden oder Stellen giebt, deren Luftart durchaus nicht ohne Gefahr zu athmen ist (Hundsgrotte —): so ist es schon zu vermuthen, daß es Winde geben wird, die theils in ihren eigenen Bestandtheilen, theils auch durch ihren besondern Wärmegrad schädliche Luftarten herbeiführen. Die Erfahrung bestätigt das auch. Es wehen in einigen Gegenden zu Zeiten Winde, welche sehr bösartig und dem Leben der Menschen und Thiere gefährlich sind. Für einige derselben hat man besondere Namen, als da sind:

Der Sirocco, ein Süd- und Südostwind, der aus den heißen Sandwüsten Afrika's übers mittelländische Meer nach Sicilien und Italien hin weht, gar bis in die Schweiz vordringt, wo er unter dem Namen Föhn bekannt ist. Er hat für Menschen und Thiere eine erstickende oder doch sehr abspannende Kraft. Talg zerschmilzt, Gras und andere Pflanzen verdorren, wo er weht. Er hält zum Glück selten länger als zwei Tage an. — Demselben im Wesentlichen ähnlich ist der Solano in Andalusien, der von Süden weht, das Blut erhitzt und Schwindel erzeugt.

Der Harmattan, ein Ostwind, aus dem Innern Afrika's kommend, weht in Senegambien und Guinea, trübt die Luft, wenn gleich keine Wolke zu sehen ist, so sehr, daß man keine 20 Schritte vor sich sehen kann. Er ist sehr heiß, und trocknet, wenn er 10 Tage anhält, alles aus, so daß man z. B. die Baumblätter zwischen den Fingern zu Staub reiben kann. Die trockensten Bretter der Schiffe und Zimmer bekommen fingerbreite Spalten. Menschen, die sich nicht verbergen wollten, würden ersticken. Mund und Auge trocknen aus, und die Haut schält von den Händen und andern Theilen ab. Indeß hat dieser Wind auch das Gute, daß faulfieberartige und andere Krankheiten bei seiner Ankunft verschwinden.

Der Chamsin, Südwestwind in Aegypten, Arabien und Persien, ist dem Harmattan ähnlich, fast noch heißer, und zuweilen tödtlich. Er kommt ebenfalls aus den heißen Sandwüsten und trübt die Luft.

Der Samum oder Samiel (so viel als Gift bedeutend), der gefährlichste von allen, zeigt sich in Arabien, Persien, Aegypten und andern warmen Ländern. Seine Ankunft erkennt man, wenn die Luft sich feurig röthet und in Bewegung geräth. Man legt sich platt nieder, mit dem Gesicht gegen die Erde, und bedeckt sich, wo möglich, mit nassen Tüchern; selbst Thiere senken ihre Köpfe dicht an die Erde. Er ist versengend heiß, kommt ebenfalls aus den afrikanischen Sandwüsten, und ein Glück ist es, daß er eine Elle hoch über der Erde schwebt und nur etwa eine Viertelstunde dauert, sowie auch, daß er seine Ankunft durch ein vorangehendes Zischen und Knistern ankündigt. Er riecht schwefelig und faul. Menschen und Thiere, welche sich gegen ihn nicht verwahren, stürzen, wie vom Blitz getroffen, nieder, und ihre Leichname verfaulen außerordentlich schnell. Beim etwas starken Anfassen lösen sich die Glieder ganz von dem übrigen Körper ab.

Das wären denn allerdings sehr gefährliche Winde. Doch werden auch sie ihren Nutzen haben, da ein Allweiser und Allgütiger auch die Ursachen ihres Entstehens in die Natur gelegt hat. — Ueber die Wohlthätigkeit des Windes überhaupt suchten wir schon früher uns zu belehren (§. 9.). Der Nutzen desselben übersteigt ganz gewiß die Nachtheile, welche er zuweilen bringt, weit. Zerstört und verwüstet er auch zuweilen durch seine Sturmesgewalt, und treibt er auch mitunter schädliche Dünste herbei, so zerstreut er auf der andern Seite, und das in viel größerer Ausdehnung und in weit öftern Fällen, die für die Gesundheit nachtheiligen Dünste. In den feuchten Herbsttagen, wo so viel in Fäulniß übergeht, was der Sommer brachte, sind auch die Stürme am reichlichsten, um das Schädliche zu verjagen

und die, wenigstens nothdürftige, Frische für das Leben zu sichern.

§. 58.

Schall. Stärke des Schalls. Sprach- und Hörrohr. Geschwindigkeit des Schalls. Echo.

Wie wir uns das Entstehen und die Fortpflanzung des Schalls denken können, wissen wir bereits (§. 10.). Daran wollen wir uns erinnern, und dann über diesen Theil der Naturlehre einiges Nähere kennen lernen.

Die Schallwellen, die von einem Punkt (dem Erregungspunkt) ausgehen, bilden nach §. 10. Kugeln, die einerlei Mittelpunkt haben, und deren Umfänge, je weiter entfernt, desto größer, dabei aber auch desto schwächer werden, bis sie sich endlich ganz verlieren. Diese Schallwellen kann man sich als aus unendlich vielen Radien, die von einem Mittelpunkt ausgehen, bestehend vorstellen. Das thut man auch, und nennt jeden Radius einen Schallstrahl. — Denken wir uns von der Schallkugel irgend einen Ausschnitt (Kugelausschnitt), so wäre das entweder ein Schallkegel oder eine Schallpyramide (was jenes? wann dieses? —). Die Schallstrahlen solcher Pyramiden ꝛc. fahren auseinander. Gesetzt, man wollte sie durch Flächen in verschiedenen Entfernungen von der Pyramidenspitze oder dem Mittelpunkte sämmtlich auffangen, so bedürfte es allemal einer um so größern Fläche, je weiter vom Mittelpunkte entfernt. Je größer aber die Fläche, auf welche sich dieselbe Menge von Schallstrahlen verbreiten oder vertheilen müßte, desto weniger fielen von solchen Strahlen auf einen bestimmten Raum (desto schwächer wären oder wirkten sie — wäre der Schall).

In welchem Verhältniß die Stärke eines Schalls nach der Entfernung vom Anfangspunkte abnimmt, erkennen wir nun leicht an Folgendem:

Hier habe ich einen Kegel (der kann einen Schallkegel

vorstellen), den will ich in Gedanken 1 Zoll von der Spitze entfernt, mit der Grundfläche parallel, durch eine ebene Fläche erst durchschneiden, dann 2 Zoll von der Spitze eben so durch eine zweite Ebene, darauf 3 Zoll von der Spitze durch eine 3te Ebene u. s. f. Das giebt 3 oder mehrere Schnitte (Durchschnittsebenen). Hier weiß man nun aus der Raumgrößenlehre (Geometrie), daß der 2 Zoll entfernte Schnitt nicht 2mal so groß ist als der 1 Zoll entfernte, sondern 2 mal 2 = 4 mal so groß; der 3 Zoll entfernte aber 3 mal 3 = 9 mal so groß, der etwa 4 Zoll entfernte 4 mal 4 = 16 mal so groß u. s. w. d. i.

Solche Kegelschnitte nehmen zu, wie die Quadrate der Entfernungen von der Kegelspitze.

Denken wir uns den Kegel nun als Schallkegel, und die Schnitte als die verschiedenen Flächen, welche die Strahlen auffangen; zugleich auch, daß, sowie die Flächen größer sind, die Schallstrahlen um so schwächer werden, so ergiebt sich:

Die Stärke des Schalls nimmt in dem Verhältniß ab, wie das Quadrat der Entfernung von dem Anfangspunkte zunimmt.

Uebrigens hängt die Stärke, in welcher ein Schall gehört wird, ja zuerst ab von der Stärke, in welcher er erregt wird, und dann von der Beschaffenheit des Fortpflanzungsmittels, wo wir in letzterer Hinsicht uns wieder an §. 10. erinnern. Besonders erinnern wir uns an die Luft. Diese pflanzt nach Umständen und Beschaffenheit den Schall bald mehr, bald weniger geschwächt, bald in größerer, bald in geringerer Entfernung fort. In der Nacht hört man im Durchschnitt etwas viel leichter und stärker und auch weiter, als am Tage z. B. das Rollen des Donners —. Das kommt theils von der größern Stille, theils aber auch von der ganz andern Beschaffenheit der Luft. Nach A. v. Humboldt wirkt die ungleichförmige Erwärmung der Luft

am Tage schwächend auf die Fortpflanzung des Schalls; denn hier muß derselbe bald durch dünnere, bald durch dichtere Luftschichten. In der Nacht ist mehr Gleichförmigkeit in der Erwärmung, besonders im Freien. Dazu kommt wohl, daß dann der Sinn des Gesichts mehr ruht als am Tage, und daher der Sinn des Gehörs um so ungestörter und schärfer vernimmt. — In der Richtung des Windes hört man viel weiter als in entgegengesetzter Richtung; in freier Ebene besser, als wo die Strahlen von Bergen, Wäldern, Häusern u. s. w. aufgefangen werden; am Fuß des Berges besser als auf dem Berge, wo die Luft dünner ist; bei heiterer Luft (hohem Barometerstand) besser als bei trüber Luft, Regenwetter —. So will man einen Kanonendonner bei guter Luft wohl auf 20 Meilen weit hören können (ja man will gar 1832 die Kanonade von Antwerpen im Erzgebirge — 70 Meilen entfernt — gehört haben); im Regenwetter hört man den Kanonenschuß nur auf etwa 2 Meilen (wie man die Kanonade von Hanau im October 1813 im 2 Meilen entfernten Frankfurt, an einem sehr regnigten Tage, nicht hat hören können.).

Längs der Oberfläche eines Wassers und langer Mauern wird der Schall stärker fortgepflanzt, als über einen ebenen Boden hin, weil über dem Wasser weniger Anstoß und an der Mauer weniger Abweichung und Verbreitung der Schallstrahlen. Als Regel kann hier gelten:

Je weiter die Schallstrahlen auseinander fahren, desto mehr wird der Schall geschwächt. Das könnte wohl auf ein Mittel führen, das da diente, den Schall mehr ungeschwächt fortzupflanzen, oder gar zu verstärken. Wenn man machen könnte, daß die Strahlen wenigstens zusammen blieben oder gar sich vereinigten, so wäre man schon so weit. Was den Schall verstärkt, bewirkt auch leicht, daß er in weiterer Entfernung noch vernehmbar bleibt.

Es ist nun bekannt, daß, wenn ein Ball stark an eine Thür geworfen wird, er wieder zurückfliegt. (Wie geht das zu? s. §. 7.) Er fliegt in derselben Richtung wieder zurück, wenn er senkrecht an die Thür geworfen wird; sonst aber doch unter demselben Winkel, nur nach der entgegengesetzten Seite geneigt. „Einfallswinkel und Zurückprallwinkel sind einander gleich", heißt hier das Gesetz. — So geht es mit jedem elastischen Körper. Stößt er mit einer gewissen Gewalt an einen harten Körper, so prallt er zurück. Mit den Schallstrahlen, den einzelnen Theilen elastischer Schwingungen ist es eben so. Treffen sie an elastische oder doch harte Körper, so werden sie unter einem Winkel, der dem Einfallswinkel gleich ist, zurückgeworfen. Könnte man nun durch einen Raum eine Menge Schallstrahlen so hindurchleiten, daß sie, indem sie beim Auseinanderfahren an die Wände stoßen, so zurückgeworfen werden, daß sie eine parallele Richtung gewinnen: so würde natürlich der Schall ohne bedeutende Schwächung gewiß sehr weit fortgepflanzt werden können. Oder: hätte man ein röhrartiges Werkzeug, dessen Spitze man ins Ohr halten könnte, indem vom andern Ende her ein Schall (ein Wort, eine Rede —) in die Röhre geleitet und dessen Schallstrahlen darin so vereinigt würden, daß der Vereinigungspunkt gerade ins Ohr fiele: so würde ein sehr verstärkter Schall vernommen werden.

Solche zwei Werkzeuge hat man wirklich. Jenes ist das Sprachrohr, dieses das Hörrohr.

Das Sprachrohr, von dem Engländer Mohrland J. 1670, nach andern vom Italiener Kircher schon 20 Jahre früher erfunden, ist eine kegelförmige Röhre, welche oben ein Mundstück hat, so groß, daß es beide Lippen dessen, der da hineinspricht, bedeckt. Unten ist sie weiter, (wie die Figur zeigt).

Man macht das Sprachrohr von Blech- oder Pappe, welche letztere inwendig gefirnißt ist. Man hat es von 5—15 Fuß Länge und von verhältnißmäßiger Erweiterung. Ist es nun 5 Fuß lang, so macht man am beßten die große Mündung $1\frac{1}{2}$ Fuß und die kleine Mündung $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser; ist es länger, so alles verhältnißmäßig; denn in dieser Art ist es möglichst von der Beschaffenheit, daß, wenn in die kleine Mündung hineingesprochen wird, die Schallstrahlen parallel aus der großen Mündung herausfahren, und so ohne große Schwächung bedeutend weit weggebracht werden. Mit einem guten Sprachrohr ist man im Stande, eine männliche Stimme auf etwa $\frac{3}{4}$ Meilen weit hin zu verpflanzen. Wichtig ist das Werkzeug auf Schiffen, auch in finsterer Nacht, wo man etwa auf einen Irrweg gerathen ist —.

Statt des Sprachrohrs in dieser Form bedient man sich auch wohl eines walzenförmigen Rohrs, um den Schall ungeschwächt fortzupflanzen, des sogenannten Communicationsrohrs. Durch die Wand desselben werden die Schallstrahlen zusammengehalten. Biot (ein franz. Naturforscher, geb. 1774.) hörte durch die Röhre einer Wasserleitung ein leises Gespräch auf eine Länge von 8000 Fuß.

Das Hörrohr ist wie das umgekehrte Sprachrohr anzusehen. Das engere Ende wird in den äußern Gehörgang gesetzt; in die weite Oeffnung wird hineingesprochen. Die meisten Schallstrahlen, besonders die parallelen, stoßen dann so an die innere Wand, daß sie in der engen Oeffnung, also kurz vor dem innern Ohr, sich vereinigen, und so einen bedeutend verstärkten Schall geben. Schwer- oder Hart-

hörigen ist das Werkzeug wichtig. Jeder Trichter kann schon in Etwas dessen Stelle vertreten. Uebrigens würde ein Hörrohr in der Größe eines Sprachrohrs sehr unbequem sein. Man macht es daher kleiner, so daß man es bei sich führen kann, ohne daß es beläſtigt; nur muß alles verhältnißmäßig sein: Länge, Weite — oben und unten —.

Die Ohrmuscheln des Menschen und Thieres haben im Grunde die Gestalt des Hörrohrs, und das gewiß nicht umsonst — wozu das denn?

So läßt es sich auch erklären, daß hölzerne Köpfe mit beweglicher Lippe und Zunge, die in einem Zimmer stehen, Fragen beantworten und Fragen vorlegen können; sie sind nämlich hohl, die Höhlung steht durch eine unter dem Fußboden fortgehende Röhre mit einem Sprach- und Hörrohr in der Wand, und durch dieses mit einer hörenden und redenden Person im andern Zimmer, in Verbindung. Wer das nicht weiß, muß natürlich davon sehr überrascht werden. Redende Köpfe oder Türken nennt man solche Figuren wohl.

Wir sehen unerwartet in der Ferne einen Lichtstrahl, der gleich verschwindet, und eine kleine Weile darauf hören wir einen Knall. „Es ist ein Gewehr losgeschossen," sagen wir. Da sehen wir denn das Licht zuerst, und hernach den Knall. Der Knall (Schall) braucht also mehr Zeit um eine Strecke weit sich fortzupflanzen, als das Licht. Wir werden später erkennen, daß das Licht so unbegreiflich schnell sich fortpflanzt, daß wir uns gar keine Zeit dazwischen denken können — so klein ist diese —. Der Schall braucht demnach Zeit zu seiner Fortpflanzung. Ob viel oder weniger für einen gewissen Raum, davon hängt dessen Geschwindigkeit ab. Wie machen wirs, um durch eigene Beobachtung uns über die Geschwindigkeit des Schalls zu belehren? — Lieber fragen wir: Wie haben es die Menschen gemacht, da sie es schon wissen? — Zwei Personen stellten sich auf Anhöhen in einer ihnen bekannten Entfer-

nung von einander, etwa auf eine halbe Meile. Die eine hatte eine Kanone, die andere eine Secundenuhr bei sich. Die Kanone sollte zu verabredeten Zeiten nach bestimmten Pausen losgeschossen werden. Die Person mit der Uhr hielt mit dem Finger den Secundenzeiger auf. Sie sah den Kanonenblitz und ließ den Zeiger los. Sie hörte den Kanonenknall und hielt den Zeiger wieder auf. Nun sah sie, wie viele Secunden zwischen Licht und Knall. Es waren kaum 12 Secunden. Nach der ersten Pause geschah alles eben so, und nach der zweiten nicht anders, u. s. w., bloß der Unterschied war, daß die Zeit das eine Mal ein wenig kürzer, das andere Mal ein wenig länger ausfiel; was daher gekommen sein wird, daß es mit dem Aufhalten und Loslassen des Zeigers nicht leicht genau gleich schnell ging. Was that die Person nun? Sie addirte alle Secundenzahlen und dividirte durch die Zahl der Kanonenschüsse. Auf die Art fand sie die Durchschnittszahl von 12480 Fuß oder reichlich eine halbe Meile für 12 Secunden. Also (schloß man) — die Geschwindigkeit des Schalls ist 1040 Fuß (à Secunde).

Nun wir dieses wissen, können wir leicht ausrechnen, wie weit ein Gewitter von uns entfernt ist. Wir sehen den Blitz und zählen, wie viele Secunden vergehen, ehe wir den Donner hören. Aber wer hat dann allemal eine Secundenuhr bei der Hand? — Da ist Rath. Man darf nur gleich anfangen, von 1 an langsam zu zählen. So weit man dann käme, ehe man den Donner hörte, so viele Secunden wären ungefähr verflossen, und man wüßte, wie viel Fuß u. s. w.

Ob sich aber der Schall, von welcher Art er auch sei, stets gleich schnell fortpflanzt? Die Stärke, womit sich der Schall fortpflanzt, ist ja nicht immer gleich, wie wir gelernt haben; es könnte mit der Geschwindigkeit auch so sein. — Gesetzt in einer gewissen Entfernung von uns (jedoch nicht zu nahe) wären Menschen, die uns versprochen hätten,

nach einer jedesmaligen Zwischenzeit von ½ Minute einen einfachen für uns hörbaren Laut hervorzubringen. Jedesmal aber solle der Laut von anderer Art sein: mehr und weniger stark, höher und tiefer, — Knarren, Brüllen, Pfeifen, Rollen, Rauschen, Heulen u. s. w. sollten mit einander wechseln. Wir hätten nun, wie jene, die Uhr bei der Hand, merkten darauf, wie lange Zwischenzeit, und fänden wirklich durchweg ½ Minute; dann müßten wir doch gestehen, all die Laute, so verschieden sie auch wären, pflanzten sich gleich schnell fort. Das würden wir (nach vielen von Menschen gemachten Erfahrungen) wirklich finden. Daher —:

die besondere Art und Beschaffenheit des Schalls hat auf seine Geschwindigkeit keinen verändernden Einfluß (z. B. Donner nicht geschwinder, als die Stimme des Menschen ꝛc.).

Aber das Mittel, wodurch der Schall fortgepflanzt wird, ist nicht immer dasselbe und von derselben Beschaffenheit; die Luft hat nicht immer dieselbe Wärme, Dichtigkeit, Trockenheit, Elasticität — auch ist die Luft zuweilen in Ruhe, oder sie bewegt sich doch nicht immer gleich stark; sie nimmt zuweilen mit dem Schall dieselbe, zuweilen eine gerade entgegengesetzte Richtung. Es giebt ja auch andere Mittel zur Fortpflanzung des Schalls, als die Luft. Ob dieses alles nicht auf die Geschwindigkeit irgend Einfluß haben sollte —?— Denken wir zuvor nur an die Luft als Fortpflanzungsmittel, so giebt es nur unbedeutende Unterschiede, z. B. in folgenden Fällen: Mit dem Winde geht der Schall etwas geschwinder, als gegen denselben; in warmer Luft schneller, als in kalter (hier ist die Dichtigkeit verschieden, die Elasticität dieselbe, und —) je weniger dicht bei derselben Elasticität, desto schneller; im Sommer schneller, als im Winter (warum?); Verdichtung durch Zusammendrückung vermehrt die Elasticität (das müßte an sich wohl die Geschwindigkeit vermehren, aber — die größere Dichtigkeit hebt letztere wieder auf, daher —) aber nicht die Geschwindigkeit. So ist

es, wenn bloß an die Luft als Mittel zur Fortpflanzung des Schalls gedacht wird. Bei verschiedenen Fortpflanzungsmitteln haben Physiker die Schallgeschwindigkeit sehr merklich verschieden gefunden. So z. B. der deutsche Physiker Joh. Chr. Sturm (geb. 1635): Schall durch Wasser 4 mal so geschwind als durch die Luft; — E. Fr. Fl. Chladni (geb. 1756 zu Wittenberg): — durch Zinn 7½ mal, durch Silber 9 mal, durch Kupfer 12 mal, durch Eisen und Glas 17 mal, durch manches Holz, der Länge nach, 10—17 mal so geschwind als durch die Luft.

Wenn jedoch von Schallgeschwindigkeit überhaupt die Rede ist, so meint man die durch die Luft, als das allgemeine Fortpflanzungsmittel, wo sie ja im Durchschnitt in 1 Secunde 1040 Fuß und in reichlich 23 Sec. 1 Meile beträgt, und das ist schon eine große Geschwindigkeit. Stößt sonach ein Schallstrahl auf die Fläche eines harten Körpers, so muß er wohl zurückgeworfen werden, und zwar unter eben so großem Winkel, wie der, unter welchem er auf die Fläche fällt. Da kann es denn sein, daß der zurückgeworfene Schallstrahl unser Ohr so rein und so wenig geschwächt wieder trifft, daß wir den Schall zum zweiten Male hören. Das geschieht nicht allemal so, doch zuweilen, und wir nennen dann den zurückkehrenden Schall Wiederhall oder Echo. Dieses erfahren wir, wenn wir sprechen, rufen, schießen u. s. w., und der Schall davon trifft in der gehörigen Entfernung Mauern, Berge, Wälder u. s. w.

Nicht immer aber erfolgt das Echo. Da kann Mehreres im Wege sein. Die Schallstrahlen können eine solche Fläche, oder dieselbe so treffen, daß sie nach dem Zurückprallgesetz zu sehr aus einander fahren, oder sich zerstreuen, als daß sie das Ohr rein ordentlich treffen, oder: daß sie, weil wir gar nicht auf dem Wege der zurückfahrenden Strahlen uns befinden, bei unserm Ohr vorbeigehen, so daß ein Anderer an einer andern Stelle vielleicht das Echo vernimmt, wir aber nicht. Eins indeß kommt hier vorzüglich in Betracht.

Wir hören den Schall selbst, er macht den dazu erforderlichen Eindruck auf unser Gehör. Nach der Einrichtung unsers Gehörorgans aber können wir in 1 Sec. nicht mehr als 9 Sylben unterscheiden. Schneller gesprochen, würde machen, daß wir Mehreres gar nicht deutlich vernähmen. Es dauert sonach der Eindruck einer Sylbe, überhaupt eines Schalls, auf unsere Gehörsnerven $\frac{1}{9}$ Secunde. Ein zweiter Schall, der innerhalb dieser Zeit, ehe also des ersten Eindruck verschwunden ist, auf das Gehör einwirkt, wird gar nicht, oder doch nicht klar genug vernommen. Käme daher das Echo innerhalb einer Neuntelsecunde zurück, so würde es nicht gehört. Nun durchläuft der Schall in $\frac{1}{9}$ Sec. einen Weg von $\frac{1040}{9}$ = 115 bis 116 Fuß; — den Weg aber zwischen uns und dem harten Körper muß der Schall, ehe er als Echo zurückkommt, zweimal machen. Also müßte der harte Körper etwa 58 (lieber 60) Fuß wenigstens von uns entfernt sein, wenn wir das Echo vernehmen sollen. Er kann aber auch noch weiter entfernt sein, nur würde in zu weiter Entfernung das Echo leicht auch zu sehr geschwächt unser Ohr erst treffen. — So kennen wir also mehrere Voraussetzungen, ohne welche kein Echo von uns würde gehört werden — welche? — Warum hören wir nun gewöhnlich in Zimmern, deren Wände, Gewölbe — sonst wohl dazu geeignet wären, wiederzuhallen, doch kein Echo? —

Wenn man ein zwei- oder mehrsylbiges Wort gegen den Echo gebenden Körper anspricht, so hört man als Echo selten mehr als die letzte Sylbe, die vorhergehenden Sylben nicht. Woher das, da gewiß doch die vorhergehenden Sylben auch zurückgeworfen werden? — Wir werden in diesem Fall nicht viel über 58 — 60 Fuß von dem harten Körper entfernt sein. Wir sprechen alle Sylben nach einander aus und hören sie. Der Eindruck der letzten ausgesprochenen Sylbe ist unserm Ohr noch nicht entschwunden, wenn die ersten schon als Echo zurückkommen; diese sind für uns verloren. Das Echo der letzten Sylbe aber kommt nicht früher

als $\frac{1}{9}$ Secunde, nachdem diese ausgesprochen ist. Daher z. B. Hausthür — Echo: thür; Konstantinopel — Echo: pel u. s. w. Das giebt:

Das einsylbige Echo — d. h.? — wann kann es ein solches nur geben? warum?

Ist man von dem zurückwerfenden (reflectirenden) Körper 116 bis 120 Fuß entfernt, so könnten wir wohl die 2 letzten Sylben als Echo vernehmen; denn da ist der Eindruck der letzten Sylbe schon verschwunden, wenn die vorletzte Sylbe, die nun einen zweimal so langen Weg gemacht, zurückkommt. So kann es auch unter erforderlichen Umständen (welches sind diese?) drei-, vier- und mehrsylbige Echo's geben. Also —

mehrsylbiges Echo — d. h.? — wann? Hier wird aber auch vorausgesetzt, daß der Schall, der einen viel längern Weg zu machen hat, seine Stärke nicht in dem Grade verliert, daß er von dieser Seite als Echo nicht vernommen wird. Schwächer wird ein solches Echo auf jeden Fall gehört werden.

Denken wir uns nun einen Schall, der mit einem Strahl an einen 60 Fuß entfernten, mit einem zweiten Strahl an einen 120 Fuß entfernten Körper anstößt, und daß beide Strahlen unter solchen Winkeln zurückgeworfen werden (reflectiren), daß sie das Ohr vernehmlich treffen: dann werden wir ein Echo zweimal hören. Das giebt ein zweifaches Echo. Ein dritter Schallstrahl kann aus noch größerer Entfernung vielleicht zurückkommen, so daß wir ein Echo noch zum dritten Mal, und — möglicher Weise — zum 4ten, 5ten Mal hören. Das gäbe denn einen Unterschied zwischen

einfachem und mehrfachem Echo. Worin besteht dieser Unterschied? — Wie unterscheidet sich einfaches und einsylbiges, mehrfaches und mehrsylbiges Echo? — Kann ein einfaches zugleich ein einsylbiges, auch mehrsyl-

biges sein? — wann ist es das? — Kann ein mehrfaches auch beides sein? — wann ist es das? —

Das mehrfache Echo kann auch so entstehen: Von den Strahlen, welche uns das erste Echo bringen, gehen einige bei unserm Ohr vorbei, und treffen entweder hinter uns oder uns zur Seite — einen zurückwerfenden Körper, der uns wieder Echo giebt. Vielleicht, daß von diesen zurückgeworfenen Strahlen noch einige wieder so bei uns vorübergehen, daß auch sie noch einen Körper treffen, der uns davon Echo giebt u. s. w. Sodann wären mehrfache Echo's — Echo's der Echo's. Zwischen 2 parallelen Wänden z. B. kann ein Schall leicht oft wiederholt zurückgeworfen werden, wie etwa das 17fache Echo beim Burleyfelsen am Rhein (preuß. Regierungsbezirk Koblenz) in ähnlicher Lage und Stellung seinen Grund haben dürfte.

In Böhmen findet man einen Steinwald von etwa 1000 Steinen, welche verworren da stehen und seltsame Figuren bilden, das Adersbacher Gestein genannt. Hier wird in einem Echo eine Menschenstimme 3mal und ein Pistolenschuß 7mal wiederholt. Einige Secunden danach kommt der Knall von der rechten Seite wie Donnerschläge zurück, hallt dann in dumpfen Stößen schwach nach, und schweigt ganz; aber nach 20 Secunden kommen die lauten Donner von der linken Seite, und verlieren sich in die Höhe. — Hier sind gewiß Echo's aus beiden angeführten Gründen. — Warum aber eine Menschenstimme nicht so oft wiederhallt, vermuthen wir leicht; sie ist zu schwach in Vergleich mit dem Pistolenschuß, und verschwindet für das Ohr schon nach dreimaligem Wiederhall.

Eine Stunde von Mailand ist ein Landhaus, Casa Simonetta genannt; das wiederholt ein Wort 20—30 mal, und einen starken Schall — einen Pistolenschuß etwa — gar 60 mal.

Der Königsplatz zu Cassel giebt gewöhnlich ein sechsfaches Echo, von einem sehr starken Schall aber noch mehr.

Die Häuser schließen in Kreisform den Platz ein, und werfen die Schallstrahlen hin und zurück, so daß sie Echo der Echo's geben.

§. 59.

Temperatur der Körper. Thermometer. Pyrometer. Zurückprallung der Wärme.

Wann man einen Gegenstand warm, wann kalt, und wann heiß nennt, wissen wir (§. 12). Wann nennen wir die Wärme gebunden? — wann frei? (ebendas.). Wie wird die gebundene Wärme frei? (das. und §. 13.). Der nächste Einfluß der Wärme auf die Körper ist, daß sie dieselben ausdehnt (§. 14 u. 15.)

Nicht alle Körper sind eines gleichen Grades der Ausdehnung durch Wärme und Hitze fähig. Beispiel davon giebt §. 14.

Wie warm oder kalt es ist, wie warm die den Menschen umgebende Luft, das Wasser —, dieses glaubten Menschen wohl durch das Gefühl erkennen zu können. Daß das aber nicht sicher ist, wissen wir (§. 12); woher nämlich? — Was der eine sehr warm nennt, nennt der andere zuweilen nur eben warm. Wie geht das zu? — Daher sann man auf Mittel, den Wärme- oder Kältegrad, den man die Temperatur der Körper zu nennen pflegt, genau erforschen zu können. Dazu benutzte der Holländer Cornelius Drebbel ums Jahr 1638 das Naturgesetz: „Wärme dehnt die Körper aus, und Kälte zieht sie zusammen.“ Denn, dachte er, je mehr Ausdehnung, desto mehr Wärme, und umgekehrt. Das wußte er auch: Luft ist in einem besonders hohen Grade der Ausdehnung fähig. Er stellte erst ein Gefäß mit Wasser hin. Das Wasser vermischte er mit etwas Scheidewasser, weil es dann nicht so leicht gefriert. Darauf färbte er es mit aufgelöst'em Messing grün, damit es leichter ins Auge fiel. Nun nahm er eine enge Glasröhre (ungefähr wie die Barometerröhre), der an einem

Ende eine hohle Glaskugel, die nach außen keine Oeffnung hatte, angeblasen war. Diese machte er etwas warm, und stellte sie mit dem andern (offenen) Ende in das gefärbte Wasser. Bald auch stieg darin das Wasser etwas in die Höhe (warum mußte es das wohl?), doch nicht so hoch, als in der Torricellischen Leere (warum konnte es das auch nicht?) Den Punkt, wie hoch es stieg, merkte er sich. So wie es kälter wurde, stieg das Wasser höher, und wenn wärmer, so sank es. Wie hing das zusammen? Die Luft, die in dem Glase geblieben, war oben, das Wasser unten. Kälte zog die Luft zusammen, und das Wasser bekam mehr Raum und stieg, und Wärme — doch das wissen wir nun —.

So konnte Drebbel wohl wissen, ob Wärme zu= oder abnahm, aber doch nicht, in welchem Grade. Von der einen Seite war sein Instrument ein Wärmemesser oder Thermometer (der gewöhnliche Name), von der andern nicht. Es war ein Lufthermometer — warum paßt der Name? —

Man schreibt Drebbel im Allgemeinen die Erfindung des Thermometers zu; doch meinen Einige, daß der venetianische Arzt Sanctorius (geb. 1561) eher solchen Versuch gemacht habe, um davon bei Kranken Gebrauch zu machen.

Im Jahre 1673 machten einige Gelehrte der Akademie zu Florenz einen Versuch, das Thermometer vollkommner einzurichten. Sie nahmen statt des Wassers gefärbten Weingeist, und eben solche Glasröhre, wie Drebbel, füllten diese bis zum vierten Theil mit dem Weingeist und setzten die Kugel in so heißes Wasser, daß die Flüssigkeit oben aus der Oeffnung herausquoll. Nun schmelzten sie letztere zu, und das Thermometer war so weit fertig. Es war bloß etwas Weingeist in der dichten Röhre, und keine Luft; denn diese war herausgekocht. Man kehrte die Kugel nach unten, und so wie das Glas kälter wurde, sank die Säule des

Weingeistes darin. Dieses Instrument zeigte in umgekehrter Ordnung Zunahme und Abnahme der Wärme an. Der Weingeist stieg in jenem und sank in diesem Fall. Woher das? — Man ließ das Thermometer im Keller sein, und merkte die obere Grenze des Weingeistes; man trug es anderswo hin, und merkte auch die Stelle —. So gewann man Abtheilungen oder Grade; aber viel weiter war man noch nicht gekommen, denn man konnte keine andern Thermometer gerade eben so abtheilen, weil man dieselbe Wärme ja nicht an denselben Oertern genau so wieder treffen konnte. Man hatte indeß ein Weingeistthermometer.

Eine größere Vollkommenheit gab Fahrenheit aus Danzig (gestorben 1740) dem Thermometer. Er machte es, um das Instrument selbst erst herzustellen, ganz wie die Florentiner; nur füllte er erst eins mit Weingeist, wie sie; dann aber versuchte er es auch mit Queckſilber statt Weingeist. Nun machte er eine Mischung von Wasser, Salmiak oder Kochsalz und Eis. Da hinein setzte er die Kugel, und wartete, bis die Flüssigkeit bis zum Stillstande tief gesunken war. Den Punkt merkte er sich, bezeichnete ihn mit 0 und nannte ihn den künstlichen Gefrierpunkt. Darauf setzte er die Kugel in zerstoßenes Eis, welches im Aufthauen begriffen war. Das giebt nicht so viel Kälte, als jenes Gemisch, und die Flüssigkeit stieg bis zu einem Punkt, den er sich ebenfalls merkte, und den natürlichen Gefrierpunkt nannte. Zuletzt setzte er die Kugel in kochendes Wasser, und merkte den Punkt, bis wohin die Flüssigkeit stieg. Das war ihm der Koch- oder Siedepunkt. Die Entfernung vom künstlichen Gefrierpunkte bis zum Siedepunkt theilte er in 212 gleiche Theile, welche Fahrenheitsche Thermometergrade heißen. Da traf es sich, daß gerade die Zahl 32 auf den natürlichen Gefrierpunkt fiel. — Das ist schon ein Thermometer, was sich nachmachen läßt, so daß es dieselbe Temperatur anzeigt; denn jenes Gemisch, zerstoßenes aufthauendes Eis und kochendes Was-

ser in einem offenen Gefäß geben ungefähr immer dieselbe Kälte und Hitze.

Ungefähr gleichzeitig mit Fahrenheit verfertigte Reaumur, ein Franzose, geb. 1683, ein Weingeistthermometer, ganz wie jener es machte; nur zählte er bloß vom natürlichen Gefrier- oder Eispunkt bis zum Siedepunkt und theilte die Entfernung dazwischen in 80 gleiche Theile oder Reaumursche Grade. Man hat jetzt Reaumur's Eintheilung auch bei Queckſilberthermometern. Der französische Naturforscher de Luc hat das eingeführt. Unter den 0 Punkt bei Reaumur wird dessen Eintheilung indeß noch fortgesetzt, um damit auch höhere Kältegrade bezeichnen zu können. Man zählt von 0 an dann minus — 1, — 2, — 3 u. s. w. — Man bringt bei einem und demselben Thermometer gewöhnlich beide Eintheilungen oder Skalen (die von F. und R.) zugleich an, eine rechts die andere links von der Röhre, und da steht dann 0 R. neben 32 F., so wie 80 R. neben 212 F.

Mehrere andere haben noch das Thermometer anders eingerichtet. De l'Isle legte 1733 der Akademie zu Petersburg ein Queckſilberthermometer vor, dessen Skale von der Siedehitze ausging, so daß er von dieser bis zum natürlichen Eispunkt 150 Theile machte, nämlich jenen Punkt mit 0, diesen mit 150 bezeichnete; dagegen ging der Schwede Celsius wieder vom natürlichen Frostpunkt aus und machte von da an bis zum Siedepunkte 100 gleiche Theile. Diese Eintheilung führt, nach der Zahl 100, auch den Namen Centesimal-Eintheilung, so daß denn C. beides, diesen Namen und — Celsius, bezeichnen kann.

Das Reaumursche und Fahrenheitsche Thermometer gebraucht man am meisten, jenes besonders bei uns. Um das eine mit dem andern in Vereinigung zu bringen, darf man nur folgendes merken: 32 F. = 0 R., und 1 Grad = $2\frac{1}{4}$ Grad F. Wie hoch ist denn F., wenn wir 12 Gr. R. haben? Antw. $2\frac{1}{4}$ mal 12 = 27, dazu 32, giebt

59 F. — Wie viel ist das nach Celsius? Antw. $1\frac{1}{4}$ mal 12 = 15. — Queckſilber gefriert bei — 32 Gr. R., wie viel bei F. und — bei Celsius? — Antw. $2\frac{1}{4}$ mal 32 = 72, davon 32 = — 40 Gr. F.; ferner $1\frac{1}{4}$ mal 32 = — 40 Gr. C.

Stimmen denn die Thermometer, die nach einerlei Skale verfertigt und mit einerlei Flüſſigkeit gefüllt ſind, wie von ſelbſt mit einander überein? — — Das iſt ſo, wie wir ſie gewöhnlich haben, nicht leicht der Fall; es iſt bei Beſtimmung des Gefrier- und Siedepunktes Mehreres zu berückſichtigen. Man bedenke und beobachte namentlich folgendes: Eine Miſchung aus deſtillirtem Waſſer und reinem Schnee oder Eis nimmt nach kurzer Zeit eine unveränderliche Temperatur an, da eine höhere Wärme das Eis zum Schmelzen und eine niedrigere das Waſſer zum Gefrieren bringen würde. Daher warte man eine kurze Zeit ab, und ſehe, ob eins von Beidem erfolgt. Erfolgt es nicht, ſo ſetze man die Thermometerkugel da hinein und erwarte den feſten Stand der Flüſſigkeit, welcher der bleibende natürliche Gefrierpunkt ſein muß. — Auch iſt bekannt, daß (§. 60.), ehe das Waſſer zum Sieden kommt, der Luftdruck erſt überwunden werden muß. Je ſtärker der Luftdruck, deſto mehr Hitze gehört dazu. Daher werde der Siedepunkt allemal nur bei einem und demſelben Barometerſtand, etwa 28 Zoll, gefunden. Deſtillirtes Waſſer iſt deßwegen beſſer, weil unreines nicht bei derſelben Temperatur zum Sieden kommt (Meerwaſſer z. B. ſiedet nicht ſo leicht). Auch nach Beſchaffenheit des Gefäßes (Materie, Form) wird die Siedehitze verſchieden (in eiſernem z. B. ſiedet es leichter als in gläſernem —; je enger die Oeffnung nach oben, deſto ſchwerer kocht es —). Nun iſt bekannt (ſ. §. 60.), daß die Dämpfe des ſiedenden Waſſers (von welcher Beſchaffenheit das Gefäß auch ſei) immer dieſelbe Temperatur haben. Daher wird von einem gewiſſen Rudberg vorgeſchlagen, das Thermometer, um den Siedepunkt

desselben zu finden, nicht in siedendes Wasser, sondern selbiges, gehörig eingehüllt, lieber in die daraus entstehenden Dämpfe zu tauchen. — Es werden indeß für diesen Zweck verschlossene eiserne Gefäße — durchgängig — angewendet.

Anm. Man unterscheidet nach den Thermometern Wärme- und Kälte- (+ und —) Grade. Der Name Kältegrad soll aber nicht sagen, daß ein Körper unter 0 oder mit —, keine Wärme mehr enthalte; denn die Kälte kann ja immer noch größer werden, — folglich muß ja noch Wärme verloren gehen (mehr gebunden werden) können.

Welchen Nutzen gewährt denn das Thermometer? — Es sei bekannt, daß 14—15 Gr. R. dem Menschen durchweg die zuträglichste Wärme ist. So können wir denn im Sommer sehen, wie viel mehr oder weniger, und im Winter danach unsere Stubenwärme einrichten. — Nach der Kunde, welche Aerzte davon haben müssen, setzt jede Krankheit einen gewissen Grad der Wärme als die heilsamste voraus. Diese läßt durch Hülfe des Thermometers sich in Krankenzimmern herstellen. — Ein kaltes Bad, wie kalt doch nur? — ein warmes Bad, wie warm? — Der Arzt sagt's, und das Thermometer hilft es gewinnen. — Das Gewächshaus, die Seidenraupe, wenn sie gedeihen soll, die Brauereien, Färbereien u. s. w. — alles hat seinen Wärme- und Hitzegrad nöthig. — Wie kalt war es in der und der Höhe? — in der und der Winternacht? — fragt man den Luftschiffer; den, der einen Berg erstiegen hat; den auf einer Nachtreise gewesenen — und nach dem Thermometer kann uns darauf eine Antwort werden.

Wohl die Wärme, die in Brauereien, Brennereien u. s. w. erforderlich ist, kann man mittelst des Thermometers messen, nicht aber reicht das Instrument so weit, als es für Porzellanfabriken, Kanonen- und Glockengießereien und andere Metallschmelzereien u. s. w. erforderlich ist. Die Hitze hier wird von den Thermometern, so wie wir sie haben, nicht erreicht. Daher erfand man die Pyrometer

oder Hitzemesser, die, als sich an die Thermometer anschließend, angesehen werden können. Man hat deren verschiedene Arten, unter andern von Muschenbroek und Wedgewood, einem erfinderischen Steingut-Fabrikanten in England, geb. 1731. Des letztern Pyrometer wollen wir als Beispiel etwas näher bezeichnen. Er gründete seine Erfindung auf die Erfahrung, daß eine getrocknete Thonmasse sich im Feuer immer mehr zusammenzieht (wegen immer noch vorhandener Feuchtigkeit darin, die sich mehr und mehr verliert), und nach (selbst plötzlicher) Erkaltung sich nicht wieder ausdehnt. Er mischte 2 Theile Porzellanerde und 1 Theil Alaun zu einem Teige, bildete daraus einige kleine gleiche und gleichförmige würfelförmige Körper, die er durch gewisse Wärme- und Hitzegrade (bei 40 Gr. R.) trocknete und verhärtete. Dabei löthete er auf eine Metallplatte 2 metallene Lineale an dem einen Ende so weit von einander, daß einer von jenen genau abgeschliffenen Thonwürfeln dazwischen geschoben werden konnte. Nach dem andern Ende hin ließ er die Lineale sich immer mehr nähern, so daß beide einen sich mehr und mehr verengenden Kanal bildeten. Er legte nun einen Würfel auf rothglühend gewordenes Eisen so lange, bis selbiger dieselbe Hitze erhalten hatte, ließ ihn nun abkühlen, schob ihn so am weitern Ende dazwischen, und merkte sich die Stelle, wie weit der vordere Rand ging. Da machte er eine 0, und theilte von hier aus die etwa $1\frac{1}{2}-2$ Fuß langen Lineale in 240 gleiche Theile oder Pyrometergrade. Setzte er später denselben Würfel einer größern Hitze, etwa der, wobei feines Silber schmilzt, aus, so ließ derselbe sich weiter zwischen die Lineale einschieben, und zwar bis etwa 28 Gr. Wedgewood.

Das indeß ergab sich z. B.: 464 Gr. R. = 0 Gr. W., 2515 Gr. R. = 32 Gr. W. u. s. w.

Wenn Schallstrahlen an harte Körper stoßen, so werden sie zurückgeworfen (§. 58.). In nicht zu weiter Ent-

fernung von einer Wand oder Mauer, worauf die Sonnenstrahlen fallen, merken wir, daß eine Wärme von daher uns entgegenkommt. Die Schallstrahlen fahren zurück nach dem Gesetz: „Einfalls- und Zurückprallwinkel sind gleich." Daß Wärmestrahlen nach demselben Gesetz sich richten, merkt man in folgendem Fall: Man stelle einen möglichst großen messingenen Hohlspiegel, der als Theil einer inwendig glatten Hohlkugel angesehen werden kann, so hin, daß stark glühende Kohlen, die etwa 6—8 Fuß davon entfernt liegen, ihre Wärmestrahlen dahin werfen. Alsdann werden viele Strahlen so zurückgeworfen, daß sie an einer bestimmten Stelle vor demselben sich vereinigen (d. i. in dem Brennpunkte des Spiegels). Hier wird man eine beträchtliche Hitze empfinden, indem man an andern Stellen, selbst in der Nähe der Kohlen, kaum eine Wärme bemerkt. — So ist es auch in manchen gerundet gebauten und gewölbten Sälen in Ansehung des Schalls. Da versteht man zuweilen in der Nähe einen Redenden kaum oder nicht; in einer beträchtlichen Entfernung an einer bestimmten Stelle aber sehr gut. Da ist es so: die anstoßenden Schallstrahlen treffen Gewölbe und Wände so, daß sie, indem sie unter gleichem Zurückprallwinkel reflectiren, gerade in den einen Punkt sich vereinigen müssen (den Brennpunkt). Oftmals ist auch der Punkt, wovon die Rede ausgeht, der eine Brennpunkt, und wo die Schallstrahlen sich vereinigen, der andere. Dann können oft 2 Personen in beträchtlicher Entfernung mit einander leise sprechen, so daß die übrigen Anwesenden nichts davon verstehen. Flüstersäle nennt man wohl solche. Warum? —

Wenn gewölbte Wände danach eingerichtet sind, so prallen die Wärmestrahlen, welche von einer gewissen Stelle (dem Brennpunkte) daran geworfen werden, parallel wieder zurück. Das ist der eigentliche Zweck der Nischen, die hinter den Stubenöfen angebracht werden. Dann müssen aber diese und jene so angebracht und eingerichtet worden sein,

daß die Hauptwärme des Ofens vom Brennpunkte aus an die Nische geworfen wird. Durch die parallel zurückfahrenden Strahlen wird die Wärme mehr gleichmäßig durch die Stube hin verbreitet.

§. 60.

Verschiedene Wärmegrade beim Sieden und Verdampfen. Dampfmaschinen. Erdbeben. Vulkane. Luftvulkane. Heiße Quellen — Geyser.

In einem luftleeren Raume (einer luftleeren Röhre) kocht Wasser schon bei sehr geringer Temperatur (§. 14.). Das bestätigen auch die, die hohe Berge erstiegen und da unter Thermometerbeobachtungen Wasser zum Kochen gebracht haben. Der Thermometerstand war in dem kochenden Wasser um so niedriger, je höher man gekommen war. Vielleicht würde manche tropfbare Flüssigkeit völlig in Dampf sich auflösen, wenn der Luftdruck gänzlich fehlte. — Dieses führt zu folgendem Ergebniß: Es ist nämlich (nach §. 52.) bekannt, daß nach der Höhe des Barometerstandes sich die Höhe des Orts berechnen läßt. Je niedriger das Barometer aber, desto geringer der Luftdruck, und je geringer dieser, desto geringer die Siedehitze des Wassers. Demnach wird man auch die Höhe eines Orts aus dem Grad der Siedehitze des Wassers daselbst (d. i. aus dem Thermometerstande im da kochenden Wasser) finden können.

In einem offenen Gefäß kocht das Wasser bei gewöhnlichem Luftdruck mit 80 Gr. R.; ist das Gefäß dem größten Theile nach (nur nicht ganz, wie z. B. in unsern Theekesseln —) verschlossen, so kocht es erst bei einer größern Hitze. Das Queckſilber des Thermometers steigt höher in solchem Wasser. Ist das Gefäß ganz verschlossen, so muß die Hitze noch größer sein. Der Deckel des Gefäßes ist einem sehr verstärkten Luftdruck zu vergleichen. — Das lehrt auch die Erfahrung: Man kann die Hitze unter einem offnen Gefäß mit Wasser so viel verstärken, als man

will, das Thermometer gewinnt darin keinen höhern Stand. Wie geht das zu? — Der Dampf, der vom kochenden Wasser aufsteigt, ist gerade so heiß, als das Wasser. Dieser nimmt die größere Hitze gleich weg, und das kann er, weil bei einem verstärkten Feuer die Verdampfung um so schneller vor sich geht. Wo aber ein Deckel, da findet, so lange dieser es aushält, keine Verdampfung Statt, so wie, wo die obere Oeffnung verhältnißmäßig zu eng, nicht so viele Verdampfung. Daher schmilzt ein mit Wasser angefülltes (offenes) zinnernes Gefäß auf einem sehr starken Feuer nicht (es möchten denn Stellen darin vom Wasser nicht berührt werden); denn zum Schmelzen des Zinns gehört ein Hitzegrad, der größer ist, als das in einem offenen Gefäß kochende Wasser zuläßt. Daher auch verbrennt ein Zwirnsfaden, welcher um ein mit Wasser gefülltes Glas festgebunden ist, am Feuer nicht. Eben daher kann man auch, so lange das Wasser kocht, einen offenen Kessel mit einem dünnen Boden auf der bloßen Hand ruhen lassen, ohne letztere zu verbrennen; denn der von unten aufsteigende Dampf nimmt so viel Wärme mit sich, daß der Boden der Hand den zum Verbrennen erforderlichen Wärmegrad nicht mittheilen kann. In einem offenen Gefäß, welches man in ein anderes mit kochendem Wasser versenkt, wird das Wasser nicht zum Kochen gebracht werden können; denn das kochende Wasser hat nur selbst den zum Kochen erforderlichen Grad von Wärme und nicht mehr, und kann also nicht einen noch eben so hohen Wärmegrad noch mittheilen. In einem offenen Gefäße dagegen, welches in kochendes Oel gesetzt wird, kann nach der Erfahrung Wasser zum Kochen gebracht werden. Oel bedarf nämlich einen so viel höhern Grad von Hitze, ehe er zum Sieden gebracht wird. — Das lehrt in dieser Beziehung die Erfahrung: Wenn der Luftdruck das Queckſilber im Barometer 28 Zoll erhebt, so kocht Wasser bei einer Hitze von 80 Gr. R., Salzäther schon bei 10 Gr., Schwefeläther bei 30 Gr., fei-

ner Weingeist bei 64 Gr., Leinöl erst bei 252 Gr. und Queckfilber bei 282 Gr.

Da sehen wir, daß der Siedepunkt bei verschiedenen Flüssigkeiten ein sehr verschiedener ist.

Mit dem Kochen (Sieden) ist immer ein Verdampfen verbunden, oder es ist gar selbst ein Verdampfen in einem gewissen Grade. Je leichter demnach eine Flüssigkeit siedet, desto leichter verdampft sie auch, und umgekehrt. In einem verschlossenen Gefäße werden aber die Dämpfe zurückgehalten; sie können keine Wärme wegnehmen. Daher muß die Hitze wohl zunehmen, aber auch der Druck der Dämpfe gegen die Wand des Gefäßes, besonders gegen den Deckel, nimmt zu, so daß die große Gefahr da ist, daß das Gefäß zersprengt wird, wodurch großes Unglück angerichtet werden kann. Hat doch schon die atmosphärische Luft in der Nähe der Erde so große Expansivkraft — wie große z. B. gegen Wasser? — Nun dehnt sich bei einer Siedehitze von 80° R. der Wasserdampf, wenn nichts ihn daran hindert, 1500 mal so weit aus als das Wasser in seinem natürlichen Zustande ausgedehnt ist, wogegen die Luft an der Erdoberfläche nur 800 mal so viel Ausdehnung hat. In einem verschlossenen Gefäße kann die Hitze so groß werden, als Wände und Deckel desselben den Druck des Dampfes nur aushalten können. Da muß mit der Hitze auch die Spann- und Druckkraft des Dampfes bis ins Ungeheuere zunehmen. Dies zu erproben, dazu erfand schon in der Mitte des 17. Jahrh. Papin (aus Frankreich, später in England, noch später Professor zu Marburg) einen Topf, der als papinischer Topf (Digestor) noch geschätzt wird. Dieser ist von Eisen oder Kupfer, mit einem aufgeschraubten Deckel, und sehr stark. Wasser darin zum Sieden gebracht, giebt einen Dampf von solcher ausdehnenden Kraft, daß z. B. Knochen in diesem Dampf in ganz kurzer Zeit zu Brei gekocht werden. Damit ein solches Gefäß gegen ein mögliches Zersprengen gesichert werde, ist auf dem Deckel ein

Sicherungsventil, mit einem großen Gewicht belastet, angebracht. Wenn nun die Dämpfe beginnen, eine leicht gefährliche Stärke zu gewinnen, so vermögen sie das Ventil so weit in die Höhe zu drücken, daß von ihnen so viel entweichen kann, bis das Gleichgewicht zwischen ihnen und der Last des Ventils wieder hergestellt ist, wo letzteres dann von selbst wieder zufällt. Oeffnet man das Ventil während des Kochens, was man mittelst einer hebelartigen Vorrichtung kann, so treiben die mit großer Heftigkeit ausströmenden Dämpfe das Wasser in einem sehr hohen Strahl gewaltsam empor. — Von der ungeheuern Gewalt des Dampfes weiß man in unsern Tagen die vielartigsten bewundernswerthesten Anwendungen zu machen. Davon zeugen die Dampfmaschinen in fast unnennbar vielen Beziehungen. Man hat ja Dampfkanonen, Dampfmühlen, Dampfschiffe, Dampfwagen —, Dampf-Säge-, Bohr-, Schleif-, Stampf- und Wasch- und viele andere Maschinen. — Wie vielfach aber hat sich hier nicht auch die zerstörende und verheerende Kraft des Dampfes durch Zersprengung der Dampfkessel offenbart! Daher ist es wichtig, daß letztere von besonderer Stärke sind, auch, daß sie mit einem Sicherungsventil oder andern Sicherungsvorrichtungen versehen werden.

Wir haben nun §. 13. gelernt, daß Wärme und Hitze auch durch verschiedene Mischungen frei werden. Es erregen z. B. feiner Schwefel mit Eisenfeil und Wasser vermischt, Wärme und auch Feuer —. Fänden sich nun solche oder andere, Wärme und Hitze erregende Mischungen an gewissen Stellen im Innern unserer Erde, jedoch gegen die Erdoberfläche hin, so würde auch da Wärme und Hitze frei. Fände das Statt bis zur Siedehitze, und es fehlte nicht an Wasser oder wässerigen Feuchtigkeiten: so würde es sein, wie in einem verschlossenen Gefäße. Die Dämpfe würden zurückgehalten, würden gepreßt, die Hitze nicht gemäßigt, sondern verstärkt, und so würde mit einer großen

Expansivkraft nach oben, unten, zur Seite — nach allen Richtungen oder Wänden hin — gedrückt werden, und zwar mit einer Gewalt, deren Größe wir uns nicht vorzustellen vermögen. Die dünnste und schwächste Wand wäre begreiflicher Weise in den meisten Fällen die nach oben hin. Das bewirkte dann leicht starke Bewegungen und Erderschütterungen, Erhebungen und Versenkungen — an der Erdoberfläche, und dieses in geringerer oder beträchtlicherer Stärke, in kleinerer oder größerer Ausdehnung. Möglich wäre es, daß sich Stellen öffneten, Spalten und Klüfte in dem Boden entständen, daß gar ganze Oerter versänken, Berge einstürzten, Dünste verschiedener Art, Rauch und Flammen hervorbrächen, und dagegen an andern Stellen wieder Theile der Erde zu Hügeln, Bergen oder Inseln sich erhöben. Von diesen und ähnlichen Wirkungen belehren uns Geschichte und Erfahrung. Ob die Ursachen aber die angegebenen, ob diese es allein, und welche sonst es sind — das haben menschliche Untersuchungen noch nicht zur Sicherheit bringen können. Die Erscheinungen selbst, die sich bald auf die angegebene Art, bald anders, bald in höherem, bald in geringerem Grade zeigen, nennt man Erdbeben. Von diesen, ihrem Erscheinen, ihren Begleitungen und Wirkungen wollen wir das Bekannteste nun noch näher kennen zu lernen suchen.

Vor dem Ausbruch eines Erdbebens hört man oft ein unterirdisches Donnern oder Rollen oder Krachen oder Zischen; das Wasser in Brunnen oder Flüssen, selbst im Meere, tritt zurück; Quellen, Bäche, Seen vertrocknen; neue Quellen an andern Orten kommen zum Vorschein; das Meer selbst geräth in heftige Bewegung, und so erfolgen dann gewöhnlich die eben bezeichneten, oder ähnliche Wirkungen in Begleitung von Donnern und Blitzen und den heftigsten Stürmen und Regengüssen. Menschen und Thiere empfinden heftige Angst, Würmer kriechen aus der Erde, Mäuse und Ratzen kommen aus ihren Löchern, Hunde heulen,

Pferde wiehern, Ochsen brüllen, Vögel fallen todt zur Erde und Fische sterben im Wasser. Dazu kommen die heftigsten abgebrochenen Erdstöße und Erschütterungen. Besonders die hohen Thürme und Schornsteine sind in der Gefahr des Einsturzes, und die stärksten Mauern in der des Zerreißens, und Menschen — unter den Trümmern ihrer Wohnungen begraben zu werden. Auf freiem Felde, wohin dann auch wohl alles zu flüchten pflegt, ist noch die meiste Sicherheit. Doch sind die Umstände bei allen Erdbeben bei weitem nicht gleich. Einige sind nur schwach und erstrecken sich bloß auf einen kleinen Theil einer Stadt, oder eines andern Orts, wogegen von andern erzählt wird, daß sie sich über ganze Erdtheile verbreitet haben. Einige geben sich nur kund in leichten Schwankungen (wie bei Papin's Sicherungsmittel), gar nur in etwas veränderten Pendelbewegungen, andere dagegen in gewaltsamen Erderschütterungen und Feuerausbrüchen aus sich öffnenden Schlünden.

Am meisten scheinen gewisse Küstenländer, oder solche, die mit dem Meere vielleicht auch in größerer Entfernung in Verbindung stehen, den Erdbeben ausgesetzt zu sein. Dahin gehören die europäischen Küstenländer am mittelländischen Meere und Island, Syrien, die asiatischen Küsten und Inseln, Amerika —. Die Stadt Lissabon wurde am 1sten Novbr. 1755 durch ein Erdbeben fast gänzlich zerstört, und Tausende von Einwohnern (man rechnet 30,000) kamen dabei ums Leben. Eins der furchtbarsten wüthete 1759 in Asien. Es dauerte unter Unterbrechungen 6 Wochen, und legte viele Städte, unter andern auch Antiochien und Nazareth — in Trümmer. Das Erdbeben vom 5. Febr. bis 28. März 1783 in Calabrien und auf Sicilien erstreckte sich auf eine Fläche von 80 Quadratmeilen, zerstörte Calabrien und die Stadt Messina, und überhaupt 400 Städte und Dörfer. An 100,000 Menschen kamen dabei ums Leben. Fast durch ganz Europa zeigten sich Spuren davon, besonders durch große Witterungs-

veränderungen und einen allgemeinen Höhenrauch, der 14 Tage die Sonne verhüllte oder röthete. 1797 verwüstete ein Erdbeben einen großen Theil Peru's. Eine Menge Ortschaften wurden durch herabstürzende Bergspitzen verschüttet und aus den Vulkanen stürzten schlammige Wasser. 16,000 Menschen kamen ums Leben. 1822 den 13. August wurden binnen 10—12 Secunden Aleppo, Antiochien und 6 Städte mehr in Schutthaufen verwandelt, und wenigstens 20,000 Menschen verloren das Leben. — Welch' schauerliche Erfahrung, wenn bloß ein Diesseits, kein Jenseits es gäbe! Doch Gott ist Vater, der wohl erzieht und züchtigt, aber gewiß nicht mordet; er, der kein Gefallen hat am Tode des Sünders, und — keines seiner Kinder.

Man findet meistens die Gegenden, welche vom Erdbeben am fürchterlichsten heimgesucht werden, am fruchtbarsten. So ersetzt Gottes Vatergüte auf der einen Seite reichlich, was auf der andern schauderhafte Naturereignisse beschädigen oder entreißen.

Im Kleinen erhält man eine Erscheinung, dem Erdbeben in Etwas ähnlich, auf folgende Art: Man rührt fein gemachten Schwefel und Eisenfeil in kaltem Wasser zu einem Teige, und nimmt zu dem Ende von jeder Materie, auch vom Wasser, 25 *Th.*. Diese Mischung vergräbt man dann in einem mit Leinewand zugebundenen Topf Einen Fuß tief in die Erde. Alsdann wird nach 3—4 Tagen die Erde in eine zitternde Bewegung gebracht und gehoben werden. Darauf wird man bemerken, daß Schwefeldämpfe aufsteigen und eine Flamme sich zeigt, welche schwarzes und gelbes Pulver umherstreut. — Diesen Versuch machte zu Anfang des 18. Jahrhunderts der Naturforscher Lemery. In diesem Versuch wollte man die von Martin Lister, einem englischen Naturforscher, Anfang des 17. Jahrhunderts aufgestellte Hypothese bestätigt finden, daß Erdbeben und Vulkane im innigen Zusammenhange ständen, letztere namentlich aus Schwefelkiesen, die sich in der Erde entzün-

deten, herzuleiten seien. Zu solcher Entzündung trüge die Nähe des Meeres, wo die Vulkane meistens angetroffen würden, vornehmlich bei. —

Was sind denn Vulkane? — Wenn beim wirklichen Erdbeben, was zuweilen der Fall ist, die Erde sich zu einem Berge erhebt, in dessen Spitze eine Oeffnung sich bahnt, und wenn daraus dann Feuer und Flamme hervorbricht, und mit diesem Feuer allerlei brennbare und glühende Sachen: Steine, Metalle (besonders auch Eisen mit Schwefel), auch etwas den brennenden Steinkohlen Aehnliches —: so haben wir das, was wir einen Vulkan oder feuerspeienden Berg nennen. Solche Vulkane findet man viele auf der Erde, in Ansehung der Größe und Heftigkeit in den Ausbrüchen freilich sehr verschieden. Man theilt sie in bereits verloschene und noch thätige Vulkane. Die Zahl der letztern schätzt man auf ungefähr 200, und zwar die in Europa (wozu Island mit) allein auf zwischen 20 und 30.

In Europa sind die merkwürdigsten: der Aetna auf Sicilien, der Vesuv in Neapel, und der Hekla auf Island. Alle sind Erhöhungen, welche kegelförmig spitz zulaufen, und haben oben eine Oeffnung oder einen Schlund, welcher Krater heißt. In ihrem ruhigen Zustande steigt aus dem Krater gewöhnlich Rauch empor ohne weitere Erschütterung; ihre wirklichen Ausbrüche (Eruptionen) beginnen gewöhnlich damit, daß sie innere Bewegungen, oft unter Getöse, verspüren lassen, und daß sie Asche, Feuer und Steine auswerfen, und manchmal meilenweit um sich her verbreiten. Bald auch kocht dann eine geschmolzene glühende Masse, ein Gemisch aus verschiedenen Mineralien (bald mehr von dieser, bald von jener Art) aus dem Krater heraus. Oft, besonders bei sehr hohen Feuerbergen (wie z. B. beim Aetna und beim Pik auf Teneriffa) scheint die Masse diese Höhe nicht erreichen zu können, und sie durchbricht die Seitenwände des Berges, wo sie denn auf diese Weise sich einen Weg ins Freie bahnt. Lava wird

eine solche Masse genannt. Sie ist dick und breiartig, fließt nicht schnell, anfangs schneller, nach und nach, wie sie mehr erkaltet und dicker wird, immer langsamer. Der Lavastrom sieht in der Nacht einem Feuerstrome ähnlich; am Tage sieht man einen weißen Dampf darüber. In besonderer Stärke überschwemmt er meilenweite Strecken. So können die Lavaströme des Aetna wohl bei einer Tiefe von 50 Fuß eine Breite von 6—7 Meilen gewinnen. Auf der Oberfläche verhärtet der Strom sich bald, aber unter der harten Rinde strömt dann oft die glühende Masse noch lange fort, und erkaltet oft erst nach mehrern Monaten völlig. Daß ein solcher Strom auf seinem Wege alles verheert, was er antrifft, ist leicht zu vermuthen. Ganze Städte, so daß sich später zuweilen keine Spur von ihnen zeigt, kann er bedecken. Bei einem Ausbruch des Vesuv wurden im J. 79, wie die Geschichte erzählt, 6 Städte verschüttet. Besonders aber war es der mit dem Ausbruch verbundene Aschenregen, von starken Wasserströmen begleitet, der sie begrub. Unter diesen verschütteten Städten sind Herculanum und Pompeji uns dadurch mehr merkwürdig geworden, daß man vor etwa 100 Jahren, wo man die ehemalige Lage derselben nicht einmal genau mehr wußte, auf sie aufmerksam wurde, und seitdem angefangen hat, sie wieder aufzugraben, was man noch immer fortsetzt. Zahlreiche, ja zahllose alterthümliche Sachen hat man gefunden, die zu einer nicht unbedeutenden Bereicherung der Alterthumskunde Gelegenheit gegeben haben.

Die Lava ist meistens locker, zuweilen sehr durchlöchert, mitunter aber auch eine dichte Masse und hart. Sie wird zum Bauen und zum Pflastern der Straßen, aber auch, besonders die dichtere, zu Kunstsachen benutzt. Auch die schnurgeraden Straßen von Herculanum, die man aufgefunden hat, sind mit Steinen und Lava gepflastert.

Da mit den Ausbrüchen der Vulkane gewöhnlich Erdbeben in Verbindung stehen (diese jenen meistens vorher-

gehen), die Vulkane selbst auch am meisten in der Nähe des Meeres liegen: so könnte es wohl sein, daß, ähnlich dem obigen Versuch, eisenartige und schweflichte Theile, oder andere, Wärme oder Hitze erregende Zusammensetzungen, auf jeden Fall durch Wasser angefeuchtet, zu ihrem Entstehen beitrügen. Eine Bestätigung dieser Vermuthung dürfte auch noch sein, daß, wie man bemerkt hat, die Ausbrüche der Vulkane durch starke Regengüsse verstärkt werden. (Man sehe in dieser Beziehung auch noch unten, wo vom Galvanismus — die Rede sein wird.)

Uebrigens sind die Vulkane, ungeachtet der großen Verheerungen, welche sie anrichten, für die Gegenden, wo sie sich finden, auch von Wohlthätigkeit. Sicher vermindern sie, weil das unterirdische Feuer durch sie Ausgänge findet, Erderschütterungen und Erdbeben in so weit, daß sie wenigstens nicht in dem hohen Grade zerstören und verwüsten, wie es ohne sie der Fall sein würde.

Von den Vulkanen als feuerspeienden Bergen sind zu unterscheiden die sogenannten Wasser-, Schlamm- und Luftvulkane. Diese werfen Schlamm, auch salziges Wasser aus. Durch Gas — (die Expansibilität desselben) treiben sie solche Sachen in die Höhe. Wenn das aufsteigende Gas sich entzündet, so bildet es eine ordentliche Feuersäule. Ein Schlammvulkan ist z. B. auf Sicilien, welcher Macaluta (Macaluba) heißt. Dieser ist 250 Fuß hoch, hat einen eigenen Krater, wirft unter großem Geräusch Erde und lehmigen Schlamm zuweilen 50 Ellen in die Höhe. Die berühmtesten Vulkane dieser Art sind in China. Da liegen sie in großer Menge (zu Tausenden?) bei einander.

Warme und heiße Quellen sind meistens vulkanischen Ursprungs. Dahin gehören die Geyser auf Island, die zugleich Springbrunnen sind. Sie treiben kochend heißes Wasser in verschiedenen, oft dichten Strahlen hoch in die Höhe, doch nicht ununterbrochen, sondern stoßweise. Der

große Geyser schießt zuweilen in 10 Minuten 200 Strahlen über 150 Fuß hoch, und so dicht mitunter, daß auch Windstöße sie nicht von ihrer senkrechten Richtung abbringen. — So gäbe es denn außer den früher kennen gelernten 2 Arten von Springbrunnen (welche waren es noch?) noch eine dritte Art, die vulkanischen. — Woher aber die Gewalt, womit das Wasser so hoch aufschießt? — Das unterirdische durch die Hitze erzeugte Gas (oder vielleicht Dampf) wird, weil es nicht gleich Ausgang findet, bis zu einem gewissen Grade, oder so lange zusammengepreßt, bis dessen Expansivkraft im Stande ist, den dagegen wirkenden Wasserdruck durch eine gewaltsame plötzliche Ausdehnung zu überwinden. So ist die Sache wenigstens denkbar.

§. 61.

Geschwindigkeit der Lichtfortpflanzung. Abirrung des Lichts. Systeme über die Natur des Lichts, und — woher dessen Strahlen sich nicht verwirren. Lichtschwächung nach der Entfernung vom Anfangspunkte desselben. Warum das Mondlicht so schwach. Der Sehwinkel. Gesichtstäuschung. Stärkeres Licht vernichtet das schwächere.

Was das Licht uns ist; was Schatten; wann ein Körper leuchtend heißt u. s. w. — Das alles und mehr, haben wir schon §. 20. und 21. kennen gelernt. (Das werde hier erst in Erinnerung gebracht.)

Von der ganz außerordentlichen Geschwindigkeit der Lichtfortpflanzung ist schon hie und da etwas erwähnt worden. So wollen wir uns denn nun zu verdeutlichen suchen, wie der Mensch es hat ausfindig machen können, wie geschwinde das Licht sich bewegt oder doch fortpflanzt. Ein Däne, Olaus Römer, hatte, wie mehrere andere vor ihm (unter andern auch der uns als Naturforscher bekannte Galilei) darüber nachgedacht, wie doch mit möglichster Genauigkeit der Lichtgeschwindigkeit auf die Spur zu kommen

sei. Er rechnete genau aus, wann der nächste der 4 Trabanten oder Monde des Jupiters von diesem verfinstert werden, wann die Verfinsterung für den, der von der Pariser Sternwarte aus sie beobachtete, anfangen, und wann aufhören würde. Er beobachtete nun von da aus (es war in den Jahren 1670 bis 75), und siehe! die Verfinsterung hörte (er merkte sich, wie viele Secunden) später auf, als er doch sicher und richtig berechnet hatte. Das kann nur daher kommen, dachte er, daß das Licht so viele Zeit nöthig hat, ehe es von dem Trabanten zu mir kommt. Die Entfernung des Trabanten von ihm war ihm auch bekannt. Demnach konnte er leicht berechnen, wie viel Zeit das Licht in seiner Bewegung durch einen so langen Weg hin gebraucht. Damit wußte er des Lichtes Geschwindigkeit. — Er wollte das noch sicherer wissen, und rechnete aus, wann ein andermal derselbe Trabant wieder verfinstert werden würde. Zugleich wußte er, daß die Erde, die sich ja beständig fortbewegt (um die Sonne), diesmal weiter, auch — wie viel weiter — von dem Jupiter entfernt sein würde. Wenn er nun früher richtig gerechnet und beobachtet hatte, so konnte er wissen, wie viel Secunden das Licht denn nun später zu ihm kommen müßte, und — was er gedacht hatte, traf genau ein. Somit wußte er denn: Ehe das Licht die ungefähr 21 Millionen Meilen von der Sonne zur Erde durchfliegt, vergehen nur 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Secunden. Das giebt über 40,000 Meilen für 1 Secunde. Wie groß ist noch die Geschwindigkeit des Schalls? (§. 58.) Daher ist die Geschwindigkeit des Lichts um 900,000 mal so groß. Die Kanonenkugel brauchte, wenn sie ihre anfängliche Geschwindigkeit behalten würde, 25 Jahre, ehe sie von der Erde zur Sonne käme. Welch' ein Unterschied zwischen ihrer auch schon großen Geschwindigkeit und der des Lichts! Keine Geschwindigkeit ist dem Menschen noch bekannt, welche derjenigen des Lichtes gleich kommt; nur die Fortpflanzung der Schwere (Attraction) soll noch unvergleich-

bar geschwinder geschehen. So soll nach Berechnungen, die man darüber angestellt, die Zeit, welche die Attraction der Sonne gebraucht, ehe sie an die Erde reicht, viele Millionen mal kürzer sein, als die 8 Min. 8 Sec., welche das Licht zu diesem Wege nöthig hat. (Ueber Geschwindigkeit der Electricität s. §. 65. gegen Ende.) — Das folgt aus der schon uns unbegreiflichen Geschwindigkeit des Lichts, daß die Fixsterne ungeheuer weit von uns entfernt sein müssen; denn man will wissen, daß das Licht vom nächsten Fixstern beinahe ein Jahr gebraucht, ehe es zu uns kommt. Wir sehen doch so unzählig viele Fixsterne. Würde daher uns von irgend einem derselben plötzlich eine Veränderung zu Gesicht kommen, welche aber bald wieder verschwände, so wäre diese Veränderung bei dem Fixstern schon seit Einem oder (wer weiß, wie) vielen Jahren verschwunden gewesen, ehe es uns wahrnehmbar geworden wäre. Oder: wenn ein Fixstern auf einmal seinen Glanz verlöre, so würde er uns doch noch Ein oder mehrere Jahre unverändert fortglänzen.

Was nennen wir noch Bewegungsgewalt? — Danach müßte das Licht ja einen unerträglich schmerzlichen Eindruck auf das Auge machen. Daß es nicht geschieht, scheint von der unendlichen Feinheit der Lichttheilchen, die einzeln das Auge treffen, Beweis zu geben — das Licht ist eine unwägbare Materie —.

Was Römer gefunden (Lichtgeschwindigkeit über 40,000 Meilen) hat sich hernach völlig bestätigt, besonders ungefähr 50 Jahre später durch den engl. Astronomen Bradley (geb. 1692.) Welche Bestätigung namentlich dieser liefert, ergiebt sich erst, nachdem wir eine von ihm gemachte wichtige Entdeckung uns verdeutlicht haben. Zu diesem Ende Folgendes:

Wenn bei ganz ruhigem Wetter die Regentropfen senkrecht zur Erde fallen, so treffen sie den, der stille steht, gerade auf den Scheitel. Geht oder fährt er schnell fort,

so scheinen die Tropfen die Richtung gegen sein Gesicht zu nehmen. Sie scheinen ihm sodann nicht senkrecht von Oben her, was doch der Fall ist, sondern schräg unterwärts von der Gegend her, wohin er sich bewegt, zu kommen. — Wenn wir bei Windstille uns stark vorwärts bewegen, so ist es, als wehe uns der Wind gerade entgegen. Ist wirklich Wind, und wir bewegen uns demselben stark entgegen, so fühlen wir ihn von derselben Richtung her verstärkt. Wenn er aber z. B. von W. kommt, und wir bewegen uns möglichst schnell gegen S., so haben wir die Empfindung, als komme er nicht ganz von W., sondern etwas von S., und um so mehr von S., je stärker unsere Bewegung dahin ist. — Wir versetzen also den Ursprung des Windes nicht dahin, woher er wirklich wehet, sondern weiter vorwärts, wohin unsere Bewegung geht, diese mag ein Gehen, Laufen, Reiten, Fahren — sein. Die Linie der scheinbaren Richtung bildet mit der der wahren Richtung einen Winkel, in dessen Scheitelpunkt wir uns befinden, und — einen um so größern Winkel, je mehr unsere Geschwindigkeit der des Windes nahe kommt. Wären beide Geschwindigkeiten gleich, so gäbe das im angenommenen Fall einen Winkel von 45°.

Wir fahren nun ja beständig mit ungeheurer Schnelligkeit (à Sec. über 4 Meilen), auf einem sehr großen Schiffe, auf unserer Erde, die sich in 365 Tagen 130 Meilen um die Sonne fortbewegt. Auf dieser schnellen Reise wirkt auch etwas von einem festen Punkt her auf einen unserer Sinne —, das Licht der Sonne auf unser Auge. Die Sonne sendet nämlich nach allen Richtungen hin Strahlen oder Pünktchen aus, welche, wenn sie das Auge treffen, die Empfindung des Sehens erregen. Wir sehen dann den Gegenstand, wovon die Strahlen ausgegangen sind — hier: die Sonne, und diese sehen wir nach der Richtung, von wo her der Lichteindruck kommt. Von wo her kommt er denn? Wenn das Auge in Ruhe wäre, und der Strahl

käme ungehindert gerade von der Sonne her, so sähen wir die Sonne da, wo sie wirklich ist. Nun ist aber das Auge mit der Erde in einer schnellen Fortbewegung (à Sec. 4 Meilen), und so kommt es nur darauf an, ob, wenn das Auge gegen die Sonne gerichtet ist, die Erdbewegung dasselbe gegen die Sonne an=, unter derselben durch=, rechts oder links zur Seite vorbei=, oder ꝛc. führt; denn hätten wir z. B. die Sonne gerade im S., indem etwa die Erdbewegung das Auge nach S. O. führte, so würde uns das Licht nicht gerade von S. zu kommen scheinen, sondern etwas östlich her, so daß uns die Sonne etwas von S. nach O. gewichen zu stehen scheinen würde. Eine gerade Linie von dem Auge nach dem scheinbaren und eine nach dem wahren Orte der Sonne würden einen Winkel bilden, freilich einen sehr kleinen, da die Lichtgeschwindigkeit über 40,000 Meilen und die Erdgeschwindigkeit nur etwas über 4 Meilen ist. Daraus findet sich durch Berechnung der kleine Winkel der Abweichung, wozu der Himmelsbogen zwischen dem scheinbaren und wahren Orte der Sonne das Maaß ist, nur ungefähr $20\frac{1}{4}$ Sec. groß. — So wie mit der Sonne hier, so geht es auch mit den Sternen; auch deren Licht scheint uns nicht genau von dem Orte her zu kommen, woher es wirklich kommt, so daß auch da eine örtliche Abweichung Statt findet. — Eine solche Abweichung der Richtung des Lichts in der Erscheinung von der der Wirklichkeit (solchen Winkel) nennt man die Aberration oder Abirrung des Lichts. Diese hat denn ihren Grund in der Geschwindigkeit des Lichts, verbunden mit der Geschwindigkeit der Erde. Der Entdecker davon ist eben der oben genannte Astronom Bradley.

Nun wissen Astronomen genau zu bestimmen, an welchem Orte des Himmels zu einer gewissen Zeit die Sonne oder sonst ein Weltkörper sich wirklich befindet; und wo er zu sein scheint, das lehrt die Beobachtung. Damit weiß man dann den Winkel der Abirrung, und aus diesem

und der Erdgeschwindigkeit läßt sich die Lichtgeschwindigkeit berechnen. Solche angestellte richtige Berechnung hat allemal Römer's Angabe über Lichtgeschwindigkeit bestätigt.

Die Erde hat ja nun auch eine zweite Bewegung, die Rotation. Ob diese auch noch eine besondere Abirrung des (z. B. Sonnen=) Lichts bewirkt? — Wir wollen uns einen Augenblick nach dem Aequator hin versetzt denken, wo die größte Geschwindigkeit der Rotation Statt findet, nämlich 5400 Meilen in 24 Stunden, d. i. à Sec. etwas über 1420 Fuß. Dieses ist ungefähr $\frac{1}{66}$ der Geschwindigkeit, womit die Erde sich um die Sonne bewegt, und also beträgt hier die Abirrung des Sonnenlichts $\frac{1}{66}$ von $20\frac{1}{2}$ Sec, d. i. noch nicht $\frac{1}{3}$ Sec. —. Wenn wir daher am Aequator wären, und die Sonne im O. sähen, wohin die Erde rotirt, so würden wir die Sonne $\frac{1}{3}$ Sec. tiefer sehen, als wir sie ohne die Rotation sehen würden. (Warum hier nicht gesagt: „— als wo sie wirklich ist" — das lernen wir aus §. 63.)

Anm. Daraus, daß die Fortbewegung der Erde 66 mal so geschwinde ist als die Rotationsbewegung am Aequator, folgt schon, daß jene nicht ein Fortrollen der Erde heißen kann, sondern mehr ein Fortschießen ist (s. §. 31.) — wie folgt das?

Wir sehen, wenn wir auf freiem Felde sind, sehr viele Gegenstände auf einmal; wir übersehen den ganzen Himmel, und Abends — wie unzählig viele Sterne! — Von all diesen Gegenständen, ja von jedem Punkte derselben, den wir wahrnehmen, müssen Lichtstrahlen in unser Auge kommen. Menschen, die meilenweit von uns entfernt sind, sehen gleichzeitig mit uns viele von denselben Gegenständen, dieselben Punkte. So gehen denn gleichzeitig unzählig viele Lichtstrahlen nach unzählig vielen Richtungen hin, und durch denselben Raum. Diese durchkreuzen sich in ihrer unbegreiflichen Geschwindigkeit hierhin und dorthin und überall hin, und doch bringt jeder Strahl dem Auge, und durch das Auge dem Menschen klare und deutliche Kunde

von dem Gegenstande, wovon er ausgesendet wird. Wie ist das möglich? Es scheint doch wirklich, daß sich die so verschieden gerichteten Strahlen auf ihren Wegen mit der so großen Gewalt ihrer Geschwindigkeit hier stoßen, da stoßen, und dadurch von dem Wege ablenken und gänzlich verwirren müßten. Wie kann es angehen, daß es doch nicht geschieht? —

Um hier sichere Auskunft zu geben, müßten wir mit der Natur des Lichts genau bekannt sein, und besonders mit der Art, wie sich dasselbe fortpflanzt. Damit sind wir aber nicht bekannt, und noch kein Mensch ist es. Indeß haben nachdenkende und in vieler Hinsicht kundige Männer ihre Ansichten (Hypothesen) bekannt gemacht, die zuweilen sehr verschieden sind, so daß man wieder nicht weiß, ob etwas, und was davon der Wahrheit am nächsten kommt. — Cartesius (woher kennen wir den schon?) und Chr. Huygens (geb. im Haag 1629) behaupten, das Licht bestehe aus äußerst feinen Kügelchen, die durch die ganze Welt hin verbreitet wären, nur nicht immer leuchtend. Dazu wäre aber nur nöthig, daß aus leuchtenden Körpern solche Kügelchen ausführen, die den nächstliegenden übrigen einen Stoß gäben, welcher Stoß dann durch eine Reihe Lichttheilchen fortginge bis zum Auge hin.

Newton (geb. 1642), ein Engländer, behauptete, von den leuchtenden Körpern ströme beständig eine äußerst feine Materie aus und nach allen Richtungen hin, und die gäbe das Licht. Dies nennt man das Emanations- (oder Ausfluß-) System. Nach diesem scheint das Licht durch eine ungeheuer stark und schnell wirkende Abstoßungskraft hervorgebracht werden zu müssen.

Euler (geb. zu Basel 1707) behauptete, durch den ganzen Weltraum hin sei eine elastische Materie verbreitet, feiner als die Luft, das sei Aether. Der brauche nur in schwingende Bewegung gesetzt zu werden, ähnlich, wie die Luft bei der Schallerregung. Die Schwingungen offenbar-

ten sich dann dem Auge als Licht, wie die der Luft dem Ohr als Schall. Es ist diese Eulersche Theorie vom Licht unter dem Namen Vibrationssystem d. i. als der zitternden Bewegung, bekannt, oder — als Undulationssystem, d. i. das der wellenförmigen Bewegung. Ob sich hiernach nicht eher die so große Geschwindigkeit des Lichts als möglich denken ließe, ohne eine so große Abstoßung der lichtgebenden Körper gegen dasselbe annehmen zu dürfen?

Ob und wie durch eine oder andere dieser Behauptungen jene Frage, wie Lichtverwirrungen zu verhüten seien, zu lösen stehe, sehen wir wenigstens so noch nicht ein. Daher Folgendes:

Segner (geb. zu Presburg 1704), will erforscht haben, was auch andere bestätigt gefunden, daß ein einziger Lichteindruck auf das menschliche Auge im Durchschnitt $\frac{1}{10}$ Secunde daure (so wie ja der des Schalls auf das Ohr $\frac{1}{9}$ Secunde). Wenn nämlich ein leuchtender Punkt sich langsam bewegt, so unterscheidet das Auge alle Oerter, wo derselbe hin kommt. Schwingt er sich aber schnell, etwa in einem Kreise herum, wie wenn wir einen an einem Ende glühenden Schwefelfaden an der Spule eines Spinnrockens befestigten: so sieht das Auge bloß einen zusammenhängenden feurigen Kreis, ohne den Ort, wo jedesmal der glühende Punkt ist, unterscheiden zu können. Da will man nun bemerkt haben: Man sieht dann den ganzen Kreis, wann nur so geschwinde die Bewegung ist, daß der Lichtpunkt innerhalb $\frac{1}{10}$ Secunde völlig herumkommt. Gebraucht er mehr Zeit, um herum zu kommen, so sieht man vielleicht einen Bogen des Kreises, nicht aber den ganzen, und wenn so langsam, daß er erst in reichlich $\frac{1}{10}$ Sec. seine Stelle verläßt, so sieht man ihn als Punkt.

Nun durchläuft das Licht in 1 Secunde reichlich 40,000 Meilen, also in $\frac{1}{10}$ Sec. 4000. Wenn daher das Licht, welches den Weltraum durchfliegt, aus lauter einzelnen Pünktchen bestände: so könnte das eine Pünktchen von

dem ihm folgenden immer fast 4000 Meilen entfernt sein, und der Eindruck auf unser Auge würde doch wie durch einen ununterbrochenen Strahl geschehen. Demnach wäre doch wohl immer Raum genug offen, daß sich die den Weltraum durchfliegenden Lichtpünktchen durchkreuzen könnten, ohne an einander zu stoßen und sich zu verwirren. Daraus läßt sich auch einigermaßen erklären, wie durch eine kleine Oeffnung, von der Nadelspitze in einem Kartenblatt gemacht (§. 20.), so viele Gegenstände auf einmal gesehen werden können; denn was unserm Auge gleichzeitig ist, das kann bei der Schnelligkeit, womit sich das Licht bewegt, lange genug hinter einander sein, so daß nicht eben viele Lichtpunkte auf einmal durch die enge Oeffnung hindurch dürfen.

Diese Erklärung kann unstreitig noch am ersten Geltung finden nach dem Emanationssystem. Ob auch das Undulationssystem hier eine Erklärung zuläßt? — Wenigstens in so weit, als — da der Schall doch auch in großer Geschwindigkeit sich fortpflanzt, ohne Verwirrung im Unterscheiden der Töne anzurichten, also denn auch wohl das Licht, bei freilich ungemein viel größerer Geschwindigkeit, das Auge ohne Verwirrung treffen könnte.

Wie der Schall sich von dem Punkt, wo er entsteht, nach allen Richtungen hin verbreitet, wissen wir aus §. 58. — wie nämlich? Wie es um die Größe (Stärke) des Schalls steht, je entfernter von dem Anfangspunkt, ist uns auch bekannt. Wie heißt das Naturgesetz, wonach der Schall mit der Entfernung von dem Entstehungspunkte abnimmt? — Was kann man einen Schallkegel, oder eine Schallpyramide nennen? Wie können wir daran uns dieses Naturgesetz verdeutlichen? —

Auf eine ganz ähnliche Weise verhält es sich auch mit der Verbreitung des Lichts von dem Punkt, wovon es ausgeht. Denken wir uns einmal einen solchen Punkt. Von diesem gehen (wenn nichts Undurchsichtiges im Wege ist) nach allen Seiten hin Strahlen (wir wissen ja, wenn es

auch einzelne Pünktchen wären, gegen 4000 Meilen von einander entfernt, so wären es uns doch Strahlen). Diese Strahlen entfernen sich, je weiter von dem Anfangspunkte (dem Mittelpunkte), um so mehr von einander, gerade so wie die Halbmesser eines Kreises. Sie fahren auseinander, und zwar, wie wir nun wohl schon denken, wie die Schallstrahlen, und wirken daher auch mit der Entfernung vom Mittelpunkt in demselben Grade schwächer auf das Gesicht, wie die Schallstrahlen auf das Gehör.

Wir könnten uns zur Verdeutlichung hier einen Lichtkegel aus der Lichtkugel geschnitten denken, wie wir uns (§. 58.) einen Schallkegel aus der Schallkugel geschnitten dachten. Zur Veränderung indeß können wir es uns auch so verdeutlichen: Ein Lichtpunkt werde als der Mittelpunkt mehrerer concentrischer Hohlkugeln gedacht, deren nächste Oberfläche nur 1 Zoll vom Mittelpunkt und deren andere Oberflächen alle um Einen Zoll von einander entfernt sind. Da wird die 2te Oberfläche 2 mal 2 = 4 mal, die 3te O. 3 mal 3 = 9 mal, die 4te 4 mal 4 = 16 mal so groß sein als die erste. Das geht so fort: Die Oberfläche wächst, wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkt, oder wie das Quadrat des Halbmessers. Da soll aber dieselbe Lichtmasse sich auf einen eben so viel größern Raum verbreiten, und wird daher für jeden gleich großen Fleck des Raums auch so viel schwächer. Also ist Gesetz:

Das Licht wird in dem Verhältniß schwächer, in welchem das Quadrat der Entfernung (des Radius) zunimmt.

In der Nähe eines Talglichtes kann ich eine Schrift vielleicht sehr gut lesen, etwas davon aber weniger gut, und noch weiter weg gar nicht — wie geht das denn zu? —

Da der Mond sein Licht von der Sonne erhält, und — wenn wir den Mond sehen — das Mondlicht erst den Weg von der Sonne zum Monde und von da zu uns hat machen müssen: so ist natürlich, daß es erstaunend geschwächt erst

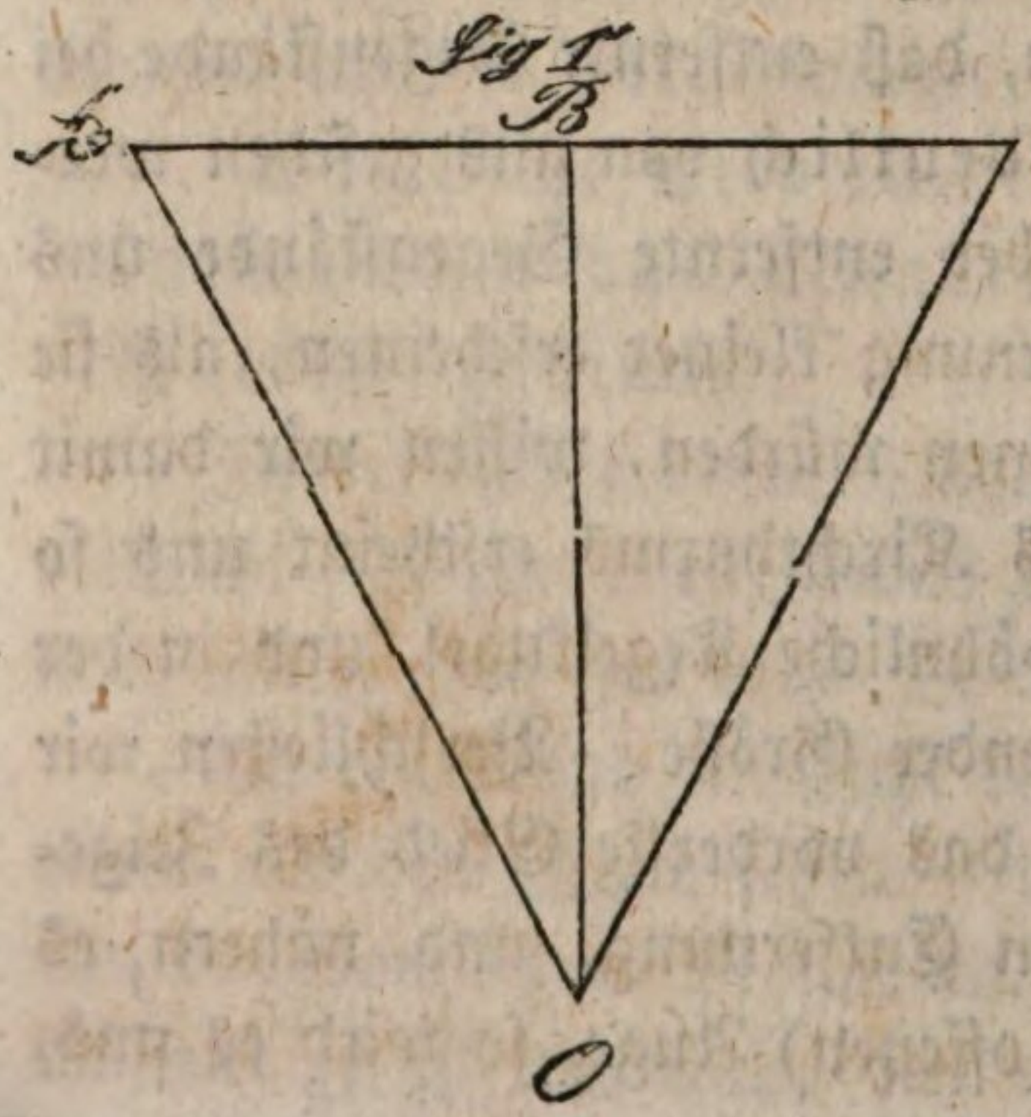
zu uns kommt. — Wir wissen nun auch, der Mond hat eine Kugelgestalt. Wenn Schall oder Licht auf eine Kugel (etwas erhaben Gerundetes) stößt, so prallt (wie wir unten sehen werden) es aus einander fahrend zurück. Daher wird das Licht, was der Mond zurückwirft, auch noch sehr zerstreut und so noch mehr geschwächt. — Ueberhaupt zerstreut und schwächt sich das zurückgeworfene Licht um so mehr, in je schrägerer (mehr von der senkrechten abweichender) Richtung es auf eine Fläche gefallen ist. Auf eine Kugeloberfläche (wie der Mond hat) fällt das meiste Sonnenlicht sehr schräge. — Von dieser Seite ist daher auch die große Schwächung leicht zu vermuthen. — Wir wissen auch, daß nicht alle Körper sich gleich stark vom Lichte erhellen lassen (das Schwarze am wenigsten). Gewiß auch hat der Mond viele Stellen, die sich nicht sonderlich erhellen lassen. Das schwächt das Licht noch mehr, ehe es zu uns kommt. Wie sehr geschwächt wir nun das Sonnenlicht durch den Mond erhalten, dürfte daher wohl schwer zu bestimmen sein. Dennoch will man berechnet haben, daß wir das Mondlicht an 300,000 mal schwächer erhalten, als das, was wir gerades Weges von der Sonne bekommen. Auf diese Art läßt es sich denn auch denken, warum das Mondlicht nicht mehr so viele Kraft besitzt, als erforderlich ist, auf der Erde Wärme zu erregen. Der Mond leuchtet nur, ohne zu erwärmen.

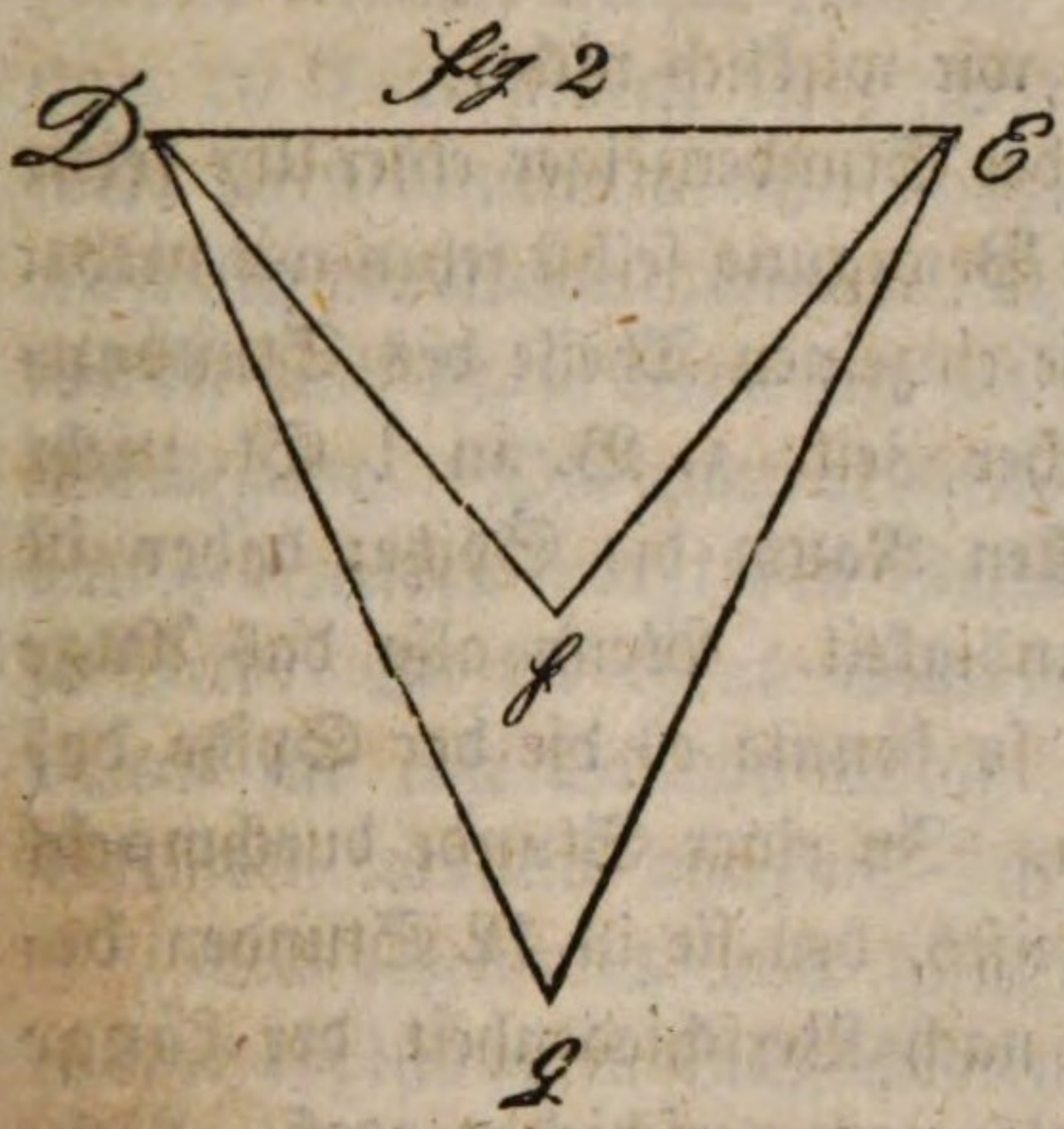
Das sehen wir nun ein, daß entfernte Gegenstände bei einerlei Erleuchtung nicht so deutlich von uns gesehen werden, als nahe. Warum aber entfernte Gegenstände uns nach Verhältniß ihrer Entfernung kleiner erscheinen, als sie in größerer Nähe uns erscheinen würden, wissen wir damit noch nicht. Die Kugel des Kirchthurms erscheint uns so wenigstens nur wie eine gewöhnliche Kegelkugel, und in der Nähe ist sie uns von bedeutender Größe. Verschließen wir das eine Auge, sehen dann das vorderste Glied des Zeigefingers erst in einer gewissen Entfernung, und nähern es nun allmählig dem andern (offenen) Auge, so wird es uns,

sowie es näher kommt, immer breiter und länger erscheinen. — Woher das alles? — Die Lichtstrahlen, die von einem Körper in unser Auge fallen, kommen bloß von der Seite des Körpers her, die uns zugekehrt ist. Diese Seite sehen wir auch nur. So eine Seite ist eine Fläche. Alle Lichtstrahlen, welche von solcher Fläche her unser Auge treffen, bilden eine Pyramide, deren Grundfläche besagte Fläche selbst, und deren Spitze der Punkt im Auge ist, wo die Lichtstrahlen sich vereinigen. Je weiter die Fläche entfernt ist, desto kleiner sind die Winkel, welche die von dem Umfange der Fläche ausgehenden Lichtstrahlen in unserm Auge bilden, und umgekehrt. Jede zwei Lichtstrahlen, die von der Grenze eines Gegenstandes (einer Fläche) her in einem Punkte des Auges sich vereinigen, bilden einen besondern Winkel, welcher Sehwinkel heißt. Daher: je größer die Entfernung, desto kleiner die Sehwinkel, und je kleiner diese, desto kleiner erscheint uns wieder der Gegenstand, den wir sehen. Daher müssen uns wohl Sonne, Mond und Sterne so klein erscheinen, so groß sie auch wirklich sind; denn sie sind ja weit von uns entfernt, die Sterne dem größten Theile nach unermeßlich weit. — Zuerst wollen wir uns dieses noch etwas verdeutlichen, und dann davon einige Anwendungen zu machen suchen.

Zuvor diese Bemerkung: Wenn Gegenstände uns gleich nahe sind, und der eine ist 2mal so lang als der andere, so ist der Sehwinkel auch 2 mal so groß —. In Figur 1. ist **AC** 2 mal so lang als **AB**, und das Auge **O** ist von beiden Längen gleich weit entfernt; Winkel **A O C** ist aber auch 2 mal so groß als Winkel **A O B**. Das ist

Fig 1.





es nämlich: Wie groß uns ein Gegenstand erscheint, hängt von zweierlei ab: von der Größe desselben an sich, und (bei etwaniger gleicher Größe) von dessen Entfernung vom Auge. — Aus der Geometrie ist es bekannt, daß in Fig. 2. der Winkel g kleiner ist als f, und so erscheint dem Auge bei g auch die Länge DE kleiner als dem Auge bei f.

Wir stehen am Ende einer langen, geraden Allee, und sehen, daß, je weiter entfernt, die Bäume einander immer näher zu kommen und kleiner zu werden scheinen, und zuletzt in einem Punkte (einer Winkelspitze) sich endigen. — Wir sehen in der Ferne einen Baum und erkennen ihn dafür, aber Blätter, selbst Zweige desselben unterscheiden wir nicht von einander. Wie das? — Den Baum erkennen wir an dem Umriß (der Gestalt). Die Sehwinkel zwischen den entgegengesetzten Grenzpunkten des Baumes sind noch so groß, daß wir die Gestalt unterscheiden können; die zwischen den Blättern und Zweigen aber sind wegen der Entfernung zu klein, daher läuft das alles für das Auge zusammen.

Daraus folgt: Der Sehwinkel kann auch zu klein werden. Das ist er freilich für das eine Auge eher als für das andere. Die meisten Augen aber finden ihre Grenze zwischen einer Winkelgröße von 30—40 Secunden; unter einem kleinern Winkel sehen sie nichts. — Woher sehen wir deßwegen so unzählig viele Thiere in unserer Nähe nicht? — Woher von den unzählig vielen einzelnen Sternen der Milchstraße so wenig? — Ja, von den Fixsternen würden

wir gar keine sehen, wenn es nicht ihr Lichtschimmer wäre. Die Umrisse derselben sehen wir wirklich nicht.

Wir sehen wohl, daß der Stundenzeiger einer Uhr seine Stelle nicht behält, aber die Bewegung selbst sehen wir nicht. Woher kommt das? — Die einzelnen Theile des Stundenzeigers durchlaufen in gleicher Zeit, z. B. in 1 St. nicht gleich viel Raum, am meisten Raum die Spitze; daher ist da auch die größte Geschwindigkeit. Wenn also das Auge die Bewegung sehen sollte, so könnte es die der Spitze des Zeigers am wenigsten sehen. In einer Stunde durchmacht sie den 12ten Theil des Kreises, den sie in 12 Stunden beschreibt. Dieser Theil ist nach Verschiedenheit der Länge des Zeigers dem Rauminhalte nach verschieden groß. Nehmen wir nun z. B. eine nicht eben kleine Wanduhr, denken uns den Stundenbogen in eine gerade Linie gezogen und dabei die Entfernung, die unser Auge von dieser Linie haben muß, um sie bestmöglich zu sehen: alsdann ist der Sehwinkel verschiedener Augen allerdings verschieden (ob nämlich das Auge dem Gegenstande näher oder entfernter gestellt werden muß — kurz- oder weitsichtig ist), auf jeden Fall aber leicht so klein, daß, wenn er (der Sehwinkel) in so viele gleiche Theile getheilt wird, als der Zeiger in einer Stunde augenblickliche Bewegungen macht, ein Theil nicht leicht noch einen Sehwinkel bilden kann, unter dem ein Raum noch sichtbar ist. Dieses müßte er aber sein, wenn die Bewegung durch einen solchen Raum (und so denn auch die Bewegung des Zeigers überhaupt) noch sollte gesehen werden können. Es käme hier freilich auf die Dauer der Augenblicke an, d. i. auf die Dauer, während welcher das Auge nach diesem Räumchen hin seinen Blick festzuhalten fähig wäre, aber schwerlich wird auch das stärkste Auge den Blick so lange unverrückt festhalten, bis der Zeiger durch einen Raum hindurch kommt, der dem Auge noch sichtbar ist. Man meint, der Weg, den ein sich bewegender Körper in einer Stunde durchläuft, müsse als gerade Linie oder

(wenn krumm) gerade gezogen, wenigstens einen Sehwinkel von 20 Grad geben, wenn das Auge die Bewegung selbst solle sehen können. — So schnell die tägliche scheinbare Bewegung der Sterne, welche die Axendrehung der Erde bewirkt, auch ist, so sehen wir an ihnen doch unmittelbar keine Bewegung. Die zum größten Theil unermeßliche Entfernung derselben macht den Sehwinkel des Bewegungsraums so klein. Zu 20 Grad Sehwinkel auf einen Bewegungsraum für eine Stunde kommt es hier nicht; denn in 24 Stunden werdens höchstens 360 Grad.

So scheint es denn wohl, daß der Mensch über die wahre Größe eines Gegenstandes gar nicht urtheilen kann? — Doch scheint es wohl mehr so, als es wirklich der Fall ist. Wir sehen von Kind auf uns bekannte Gegenstände bald in der Nähe, bald in der Ferne, und wir denken sie uns das eine Mal nicht größer als das andere Mal. Das kommt, weil wir dabei ganz allmählig die verschiedene Entfernung mit in Betracht ziehen lernen, und danach — mehr und weniger an Größe zugeben. Irren wir uns in der Entfernung eines Gegenstandes von uns, so auch in der Schätzung der Größe, und irren wir uns in der Schätzung der Größe, so auch in der der Entfernung. Das wollen wir mit Beispielen belegen. Wir sehen in ziemlicher Entfernung einen Mann. Nach dem Sehwinkel ist er so klein, wie ein Kind in der Nähe. Wie weit er von uns entfernt ist, sei uns so auch nicht bekannt, da wir ihn in einer uns fremden Gegend sehen. Aber an Gestalt und Gang merken wir, daß es ein uns bekannter erwachsener Mann ist, und kein Kind. Daher fällt uns seine Kleinheit auch schon gleich nicht auf. Wie hier denn? — Von Gestalt und Gang schlossen wir auf die Größe, und von der wirklichen Größe, die wir doch nicht sahen, auf die Entfernung. — Aber es sah doch jemand unerwartet einen Mann, der ihm viel größer vorkam, als er wirklich war. Das ging so zu: Der Mann schien ihm nach Gestalt und Gang ein bedeutend

groß gewachsener Bekannter zu sein. Es war aber der vermeinte Bekannte nicht. Er schätzte die Entfernung des Mannes in der Geschwindigkeit viel größer, als sie war (der Mann war nahe bei ihm), und danach legte er ihm zu viel an Größe zu. Sieht man doch auch wohl, wenn uns das unerwartet kommt, und wir nicht Zeit haben, die Entfernung erst mit in Betracht zu ziehen, ein kleines bei uns vorüberfliegendes Insekt für einen hoch fliegenden großen Raubvogel an. — Wer von Kindheit auf in einer ebenen Gegend gelebt hat, glaubt in Gebirgsgegenden sich die Gegenstände gewöhnlich näher, als sie sind, und damit hält er auch leicht alles für kleiner als es ist. — Von 2 Kugeln ist die eine 3 mal so weit von uns entfernt als die andere. Beide bewegen sich vor unsern Augen von der Linken zur Rechten hin. Erstere macht in derselben Zeit einen 3 mal so langen Weg als letztere. Doch scheint es uns, als wenn sie sich gleich geschwinde bewegen. Woher kommt das? — Die Sehwinkel, welche die Grenzen der Bewegungsräume in unserm Auge machen, sind sich gleich. Warum müssen sie das sein? —

Es ist dem Menschen eigen, daß, wenn Eindrücke von verschiedener Stärke auf seine Sinne gemacht werden, der schwächere von dem stärkern oft so verdunkelt oder verwischt wird, daß er jenen wenig, oder gar nicht bemerkt. Auf der Straße, wo ein Wagen neben mir fährt, höre ich kaum oder nicht, was der sprechende Freund an meiner Seite mir sagt. Am Tage giebt es eben so wohl Sterne am Himmel, der Erdhälfte gegenüber, wo wir sind, als in der Nacht, und doch sehen wir sie des Tages nicht. Sicher dringt doch auch Licht von ihnen in unser Auge. Aber das ist es: der Eindruck des Sonnenlichts auf unser Gesicht ist so viel stärker, daß der des schwächern Sternenlichts nicht von uns bemerkt wird. Bei großen Sonnenfinsternissen hat man wohl am Tage Sterne gesehen. Aus einem tiefen Brunnen, wo das Tageslicht wenig hineindringt, nimmt man,

indem man in die Höhe blickt, bei heiterm Himmel am Tage auch Sterne wahr. Man will gefunden haben, daß ein 70 bis 80 mal stärkeres Licht als ein anderes, dieses für das menschliche Auge unmerklich macht. — Doch aber sehen wir am Tage den Mond —? Das kommt, weil dessen Licht gegen den dunkeln Hintergrund des Himmels (des Himmels Blau —) doch noch so sehr absticht, daß er uns merklich wird.

§. 62.

Reflexion des Lichts. Spiegel, ebene, hohle und erhabene.

Wird ein elastischer Ball an die Thür geworfen, so prallt er unter einem eben so großen Winkel wieder zurück, und befänden wir uns gerade in der Richtung oder Linie, die er auf seinem Rückwege beschreibt, so würde der Ball uns treffen. Nach demselben Naturgesetz wird auch der Schall, der auf einen harten Gegenstand trifft, zurückgeworfen, und trifft der zurückfahrende Strahl in gehöriger Entfernung und Stärke unser Ohr, so haben wir das Echo.

Thür, Fußboden, Bodendecke und die andern Gegenstände um uns her sind an sich nicht hell, und sind sie es dennoch, wie es bei der Tageshelle, beim Kerzenlicht — ja wirklich sich zeigt, so sind es die Lichtstrahlen der Sonne, der Kerze —, welche auf diese Gegenstände treffen, von ihnen zurück geworfen werden, und so die Erhellung bewirken. Von den zurückgeworfenen Strahlen fallen so viele ins Auge, daß dadurch uns die Sachen sichtbar werden. — Daraus sehen wir:

Daß an und für sich dunkle Gegenstände sichtbar werden, hat seinen Grund in der Zurückwerfung oder Reflexion des Lichts.

Diese Wand da sehen wir, doch scheint die Sonne nicht darauf, wie sie jetzt ja auch gar nicht von dieser Seite des Hauses her scheint, und unmittelbar selbst gar kein Licht

in die Stube wirft. Dennoch ist es das Sonnenlicht, welches die Wand und alles hier hell macht. Die Sonne erleuchtet die Gegenstände draußen — die Luft und andere. — Davon werden auch Strahlen durch die durchsichtigen Fenster in die Stube geworfen, an die Sachen hinan, die in derselben sind. Hier wirft nun wieder eine Sache das empfangene Licht an die andere, diese wieder zurück an jene und die dritte: von Wand zu Wand, zu Schrank, zu Thür, wieder zu Wand, von meinem Körper an die andern Körper, von diesen wieder an jenen u. s. w. — So entsteht die Helligkeit hier durch ein wechselseitiges Zuwerfen des Lichts, auf jeden Fall aber doch durch Zurückwerfung oder Reflexion. Sonach wird nicht bloß das Licht, das von leuchtenden Körpern ausgeht, zurückgeworfen, sondern auch das, das von den erleuchteten kommt (das bereits ein- oder mehrmals zurückgeworfene Licht).

Davon überzeugen uns am augenscheinlichsten unsere Spiegel. Das sind Körper, die auf der Oberfläche sehr glatt und blank sind, — geschliffen oder polirt, oder auch von Natur schon so. Wenn Gegenstände so davor gestellt sind, daß Lichtstrahlen davon auf dieselben fallen, so reflectiren diese Strahlen so, daß man das Bild der Gegenstände in oder hinter der glatten Fläche sieht. Da das ist, so reflectiren hier offenbar Lichtstrahlen, die bereits von den Körpern reflectiren, wovon sie auf den Spiegel geworfen werden; denn diese Körper sind ja an sich dunkle Körper. — Wie aber kann man sich einigermaßen eine Vorstellung davon machen, wie das zugeht? — Weil die Oberfläche ganz glatt und zugleich eine Ebene ist, so werden die Strahlen, die darauf fallen (nach dem Zurückprallgesetz) in derselben Ordnung wieder zurückgeworfen, in welcher sie darauf fallen; sie kommen daher auch in derselben Ordnung ins Auge, in welcher sie von den Gegenständen selbst, wenn das Auge sich dahin richtete, in dasselbe fallen würden. Daher muß das Bild im Auge den einzelnen Theilen nach dasselbe wer-

den; nur daß es von einer andern Gegend (Richtung) her erscheint.

Nichtglatte Gegenstände geben uns von denen, welche Licht darauf werfen, kein Bild. Eben weil sie nicht glatt sind, so werden die Lichtstrahlen (freilich nach demselben Zurückprallgesetz) unter gar zu verschiedenen Winkeln, in großer Verwirrung durch einander, zurückkommen.

Die Körper mit glatten Oberflächen, so daß wir sie Spiegel nennen, können Glas und Metall, selbst hinreichend polirtes Holz (also künstliche Spiegel), aber auch klares stillstehendes Wasser und Eis (natürliche Spiegel) sein. Die Oberflächen können Ebenen, wie die meisten unserer Glasspiegel, die Wasserfläche, sein. Das gäbe ebene Spiegel (Planspiegel). Es giebt aber auch krumme Spiegel — wann sind sie das? — Diese sind entweder hohl (concav) oder erhaben (convex). Ist die Höhlung ein Theil einer Hohlkugel, so giebt das einen hohlen Kugelspiegel oder sphärischen Hohlspiegel. Es giebt aber auch andere Hohlspiegel. Die erhabenen Spiegel können einen Theil einer Kugelfläche, die krumme Fläche eines Cylinders und auch die eines Kegels zur Oberfläche haben. (Jede Art ist durch eine Zeichnung, etwa an der Wandtafel, zu veranschaulichen).

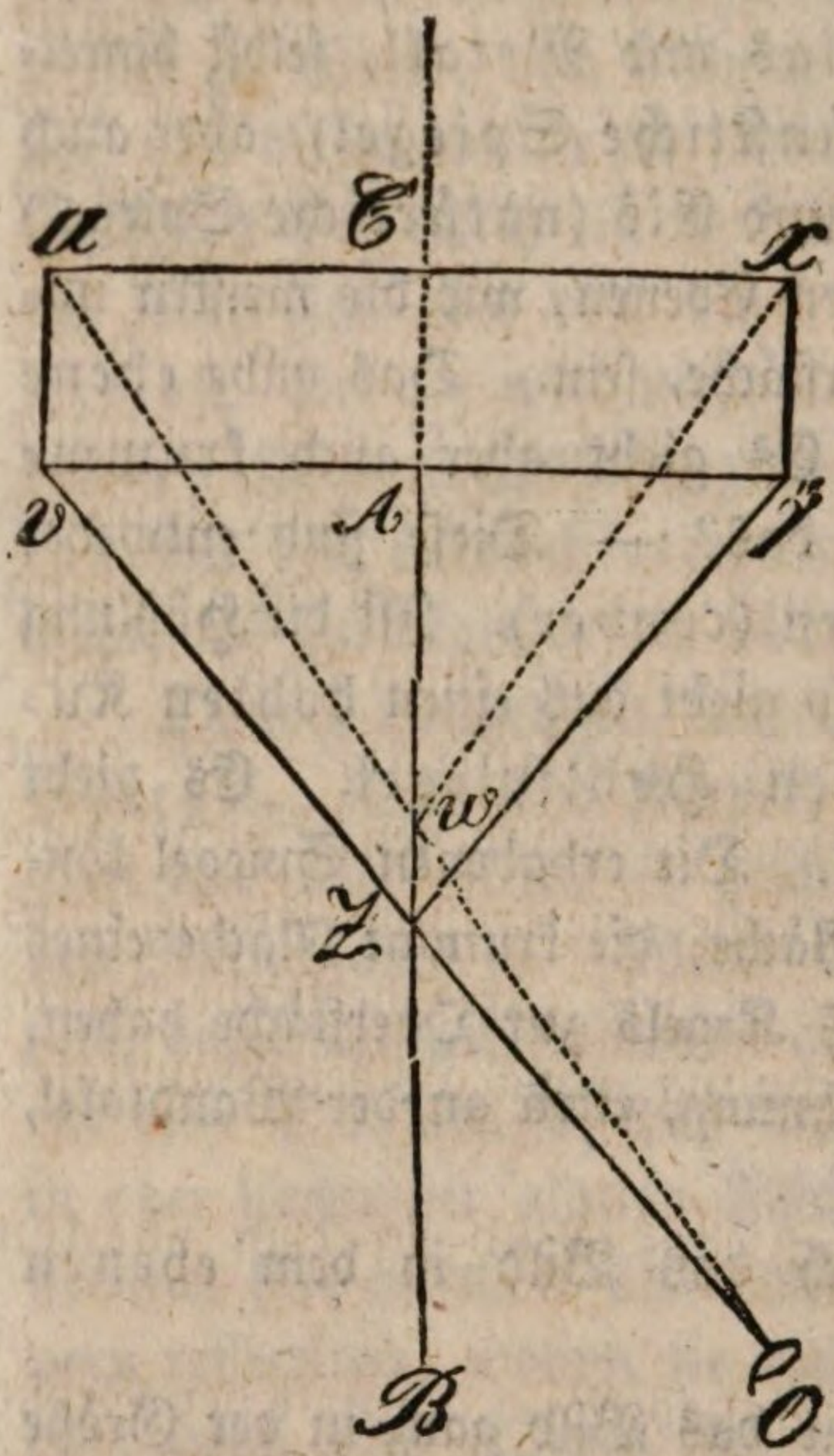
Wo und wie zeigt sich das Bild in dem ebenen Spiegel? —

Der ebene Spiegel giebt das Bild ganz in der Größe und Gestalt des Gegenstandes, wovon es ein Bild ist.

Das Bild erscheint gerade eben so weit hinter der Spiegelfläche, als der Gegenstand vor derselben ist.

Man findet die Stelle des Bildes und eines jeden Theils desselben hinter dem Spiegel, wenn man von dem Gegenstande aus jedem Punkte, dessen Stelle man für das Bild finden will, in Gedanken eine senkrechte Linie auf die Spiegelebene, oder (wenn diese selbst so weit nicht reicht) auf deren Verlängerung fällt, und jede derselben hinter den

Spiegel hin verlängert denkt. Wenn dann die von denselben Gegenstandspunkten aus auf die Spiegelfläche schief gerichteten Strahlen zurückprallen und die Zurückprallstrahlen hinter den Spiegel hinaus verlängert werden: so sind die Punkte, wo die so entstandenen Verlängerungen die Verlängerungen der entsprechenden senkrechten Linien treffen, die Stellen des Bildes, die man suchen will.



Es sei AB der Spiegel, AC die Verlängerung (Erweiterung) der Spiegelebene, x y der Gegenstand, x w und y z die Strahlen, die nach dem Auge O zurückgeworfen werden. Werden diese hinter den Spiegel hin verlängert gedacht, so treffen sie die senkrechten Linien in u und v. Aus der Geometrie ergiebt sich, daß Cu = Cx und Av = Ay, so wie denn weiter, daß u v als Bild gleich dem Gegenstande x y.

Aus dieser Veranschaulichung erkennt man leicht, wie sich folgende Sätze durch Zeichnungen verdeutlichen lassen:

Ist der Gegenstand parallel mit der Spiegelebene, so wird es das Bild auch sein; — ist jener gegen diese Ebene geneigt, so ist es dieses auch; — ist der Spiegel senkrecht, so haben Gegenstand und Bild einerlei Stellung gegen denselben; — macht Spiegelebene mit Horizontalebene einen Winkel von 45 Grad, so giebt der senkrechte Gegenstand ein wagerechtes Bild, und der wagerechte Gegenstand ein senk-

rechtes Bild (ein Mensch, der von dem so gestellten Spiegel sich entfernt, steigt als Bild in die Luft ꝛc.).

Welche Wirkungen bringen die Hohlspiegel hervor? und wie? —

Wir wissen (§. 13), daß Lichtstrahlen, besonders die der Sonne, Wärme in den Körpern aufregen, auf welche sie herabschießen, und natürlich in einem um so höhern Grade, je mehr Strahlen vereinigt eine Stelle des Körpers treffen. Wäre man nun im Stande, die Lichtstrahlen, welche auf eine gewisse Fläche fallen, zu sammeln und auf einen einzigen Fleck (Punkt) hin zu vereinigen: so würde da ein besonders hoher Grad von Wärme rege gemacht, und um so mehr, je mehr Strahlen vereinigt würden.

Wie die ebenen, so werfen auch die Hohlspiegel — nach dem bekannten Zurückprallgesetze — die auf sie gefallenen Lichtstrahlen zurück. Bei den hohlen Kugelspiegeln trifft es sich nun gerade, daß alle Strahlen, welche parallel darauf fallen, so zurückgeworfen werden, daß sie sich in einem einzigen Punkt vor dem Spiegel vereinigen. Ist an dieser Stelle (Punkt) Schwamm, Papier, Holz und sonstiges, was durch einen gewissen Wärmegrad sich entzündet, so geräth das in Brand, und sind es schmelzbare Sachen (Blei und sonstige Metalle), so schmelzen sie. — Woher das? — Daher heißt dieser Punkt der Brennpunkt oder Brennraum, dessen Entfernung von der Spiegelfläche die Brennweite genannt wird, und allemal $\frac{1}{4}$ des Kugeldurchmessers ausmacht, von dem der Spiegel ein Theil ist (also bis zur Mitte zwischen Mittelpunkt der Kugel und des Spiegels). Solchen Spiegel selbst nennt man von dieser Seite einen Brennspiegel.

Von einer je größern Hohlkugel solcher Spiegel ein Theil ist, desto mehr parallele Strahlen fallen auf denselben, wenn er gegen die Sonne gehalten wird, und um desto größer sind auch die Wirkungen, welche im Brennpunkte hervorgebracht werden. Ob Archimedes von Syrakus,

geb. 287, schon einen Brennspiegel verfertigt gehabt, womit er die Flotte des römischen Consuls Marcellus, der Syrakus belagerte, in Brand setzte, ist ungewiß. Der sächsische Graf von Tschirnhausen hat 1687 einen Brennspiegel aus Kupfer von 2 Fuß Brennweite verfertigt, der sich noch im königlichen mathematischen Salon zu Dresden befindet. Mit diesem entzündete er in einem Augenblick feuchtes Holz bis zur starken Flamme. Er kochte damit Eier im Wasser, verwandelte Knochen und Ziegel in Glas, und dem Diamanten, (der sonst im stärksten Feuer unverändert bleibt) nahm er seine Härte. Auch versuchte er damit das Mondlicht zu sammeln, aber ohne merkliche Wärme. — Gewöhnlich werden solche Brennspiegel aus Metall, nicht aus Glas, gemacht. Gar von Holz und Pappe, inwendig glatt vergoldet, selbst aus Stroh, hat man Brennspiegel gemacht.

Wie die Strahlen, welche parallel auf Brennspiegel fallen, sich im Brennpunkte sammeln, so werden die, welche vom Brennpunkte darauf fallen, auch wieder parallel zurückgeworfen. Daher kommt es, daß Hohlspiegel besonders dazu dienen können, entfernte Gegenstände gleichförmig zu erleuchten, wenn eine brennende Lampe oder Kerze in ihren Brennpunkt gesetzt wird.

Wenn 2 Hohlspiegel einige Fuß von einander, parallel gegen einander gekehrt, aufgestellt werden, und man setzt in des einen Brennpunkt glühende Kohlen, indem man in den Brennpunkt des andern ein Stück Schwamm legt: so wird dieser sehr bald angezündet werden. Wie geht dieses zu? —

Ehe wir von dem Hohlspiegel noch Näheres kennen lernen, bemerken wir erst Folgendes: Eine gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt der Hohlkugel bis zur Mitte des Spiegels geht, nennt man die Axe des Spiegels. Um das Zurückprallgesetz hier anwenden zu können, ziehe man vom Kugelmittelpunkt eine gerade Linie (Radius) dahin, wo ein Lichtstrahl den Spiegel trifft. Der Winkel,

den diese Linie dann mit dem Einfallsstrahl bildet, ist der Einfallswinkel, und einen eben so großen Winkel bildet sie mit dem Ausfalls- (Zurückprall-) Strahl. Das ist der Zurückprallwinkel oder Reflexionswinkel. (Eine Zeichnung, die das verdeutlicht, ist leicht gemacht).

Durch einen solchen Hohlspiegel erhält man folgende Erscheinungen:

Ein Gegenstand nahe vor dem Spiegel giebt ein aufrecht stehendes, vergrößertes Bild weiter hinter demselben.

Kommt der Gegenstand weiter vom Spiegel ab und näher nach dem Brennpunkt hin, so — eben so, nur ist das Bild noch größer und weiter weg.

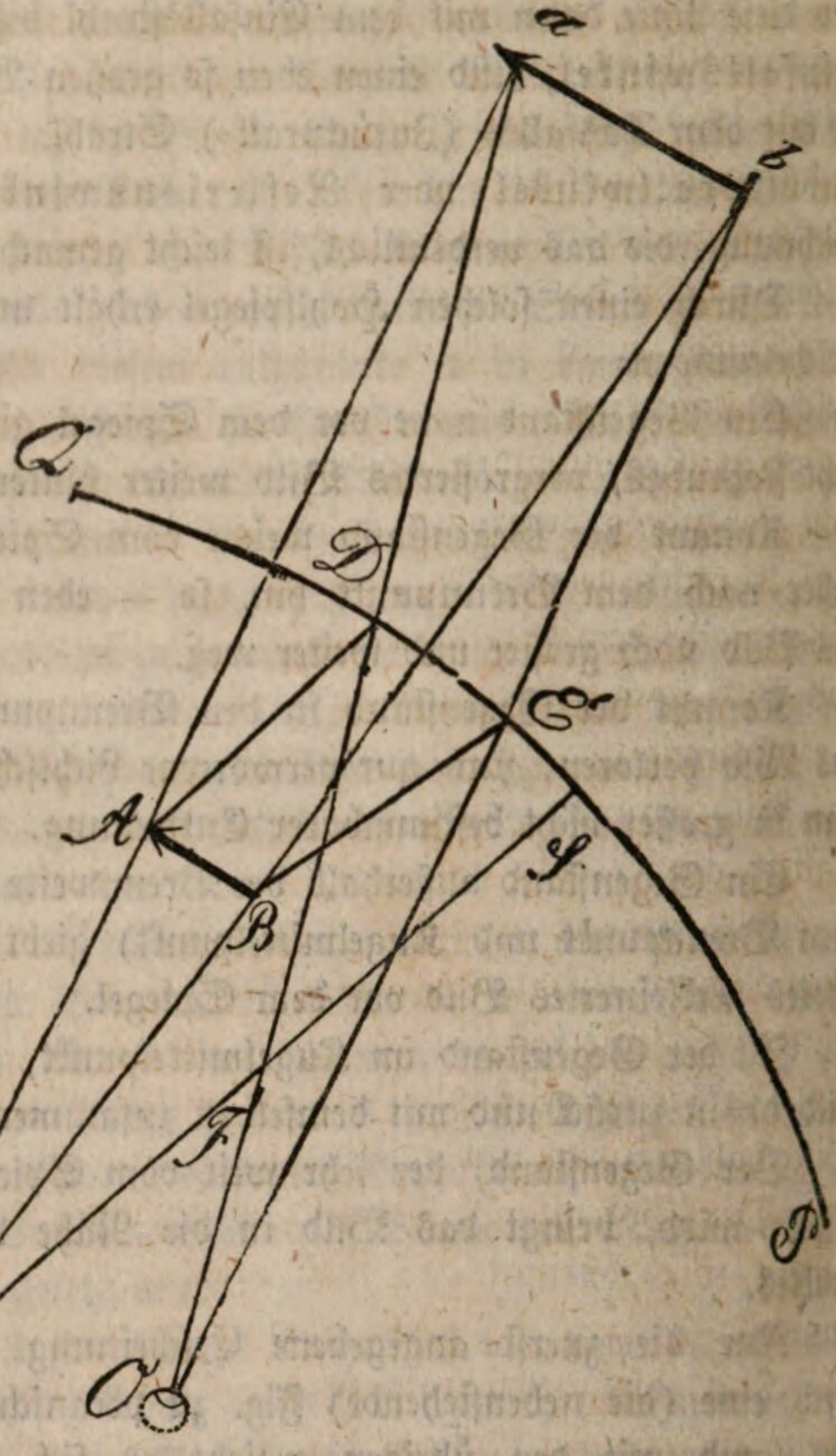
Kommt der Gegenstand in den Brennpunkt, so geht das Bild verloren, und nur verworrene Lichtscheine erblickt man in großer nicht bestimmbarer Entfernung.

Ein Gegenstand außerhalb der Brennweite (schon zwischen Brennpunkt und Kugelmittelpunkt) giebt ein umgekehrtes verkleinertes Bild vor dem Spiegel.

Ist der Gegenstand im Kugelmittelpunkt, so fällt das Bild dahin zurück und mit demselben zusammen.

Der Gegenstand, der sehr weit vom Spiegel entfernt gestellt wird, bringt das Bild in die Nähe des Brennpunktes.

Nur die zuerst angegebene Erscheinung wollen wir durch eine (die nebenstehende) Fig. zu veranschaulichen suchen, und mit den übrigen ergiebt es sich dann schon leichter.



Es sei **P Q** der Brennspiegel, **C S** die Axe, **C** Kugelmittelpunkt, **F** Brennpunkt, **A B** der Gegenstand. Damit nach dem Zurückprallgesetz das Auge **O** das Bild im Spiegel wahrnimmt, können nur die Einfallsstrahlen **A D** und **B E** in Betracht kommen (wäre das Auge an einer andern Stelle, so wären es andere Strahlen). **D O** und **E O** sind die Zurückprallstrahlen. Diese verlängern sich für das Auge in den Spiegel hinein bis **a** und **b**, und zeigen da das vergrößerte und weiter vom Spiegel entfernte Bild **a b**. Wie

weit das Bild sich für das Auge hinter den Spiegel versetzt, ergiebt sich durch die senkrechten Linien, welche durch die Endpunkte des Gegenstandes auf den Spiegel gezogen und so weit verlängert werden, bis sie die verlängerten Zurückprallstrahlen schneiden. Diese senkrechten Linien sind **C a** und **C b**.

Wenn Gegenstand **AB** dem Brennpunkte näher gebracht würde, so würden die einfallenden Strahlen weiter aus einander fahren, ehe sie den Spiegel träfen, und da ja auch sich **AB** dem Mittelpunkte **C** dann näherte; so würden die senkrechten Linien **Ca** und **Cb** mehr aus einander fahren, und somit müßte das Bild wohl weiter hinter dem Spiegel und größer erscheinen.

Gegenstand im Brennpunkt giebt parallele Zurückfallstrahlen, also für das Auge keine Vereinigung. Daher kein eigentliches Bild.

Gegenstand weiter vom Spiegel — macht, daß die Zurückfallstrahlen näher nach dem Spiegel hin sich durchkreuzen und gleich darauf ein umgekehrtes Bild in der freien Luft geben.

Gegenstand im Mittelpunkt — wirft alle Strahlen senkrecht auf den Spiegel, und macht daher Zurückkehr in derselben Linie, und Vereinigung im Mittelpunkt selbst.

Gegenstand sehr weit weg — macht, daß die Strahlen beinahe parallel auf den Spiegel fallen, und daher sich in der Nähe des Brennpunktes durchkreuzen.

Die Hohlspiegel sind von Taschenspielern und sogenannten Geistercitirern vielfältig dazu benutzt, um unter dem Namen Geistererscheinungen die verschiedensten Luftbilder hervorzubringen. Die Spiegel selbst suchen sie häufig zu verbergen, um die Zuschauer möglichst zu täuschen.

Das Uhrgehäuse, welches ich hier in der Hand habe, ist als ein erhabener Spiegel anzusehen. Darin sieht man sein Gesicht aber verkleinert. Das Bild ist hinter

dem Spiegel und aufrecht. Als erhabener Spiegel zeigt sich auch die Thermometerkugel.

Nach dem Reflexions- oder Zurückprallgesetz wirft der erhabene Spiegel alle Strahlen, welche parallel, so wie die, welche auseinander fahrend, darauf fallen, aus einander fahrend zurück; er zerstreut sie und heißt daher auch Zerstreuungsspiegel, wie der Hohlspiegel oft auch Sammelspiegel genannt wird. — Durch die zerstreuten Strahlen kann ein erhabener Spiegel kein Bild von einem Gegenstande hervorbringen. Daß er es überhaupt doch kann, lehrt das Uhrgehäuse. — Wie er es denn kann? — Durch eine leicht zu machende Zeichnung läßt sich nämlich veranschaulichen: Von den Strahlen, welche zusammenfahrend auf den Spiegel fallen, werden die am wenigsten zusammenfahrenden nur noch ein wenig aus einander fahrend, und die etwas stärker zusammenfahrenden parallel, aber die noch mehr zusammenfahrenden doch auch zusammenfahrend zurückgeworfen, und diese letztern geben das verkleinerte Bild. (Hier bestätigt sich eine der (§ 61.) angeführten Ursachen, weßwegen vom Mondlicht so viel uns verloren geht).

Cylinderspiegel und Kegelspiegel geben verzerrte Bilder; größere Zerrbilder aber zeigen sich noch in solchen Spiegeln, wo Ebenen mit Erhabenheiten und Vertiefungen abwechseln.

§. 63.

Refraction des Lichts. Linsengläser. — Vergrößerungsgläser —. Dunkle Kammer —. Kurz- und Weitsichtigkeit.

Das Stück Eisendrath, welches ich hier in der Hand habe, ist gerade. Nun halte ich es schräge in diese Schale mit Wasser. Seht! es scheint nun an der Oberfläche des Wassers eingeknickt, und der Theil des Draths, der im Wasser ist, scheint sich zu heben. — Nun halte ich das Stück

Eisendrath senkrecht ins Wasser, und es geht im Wasser ohne Unterbrechung in derselben Richtung fort.

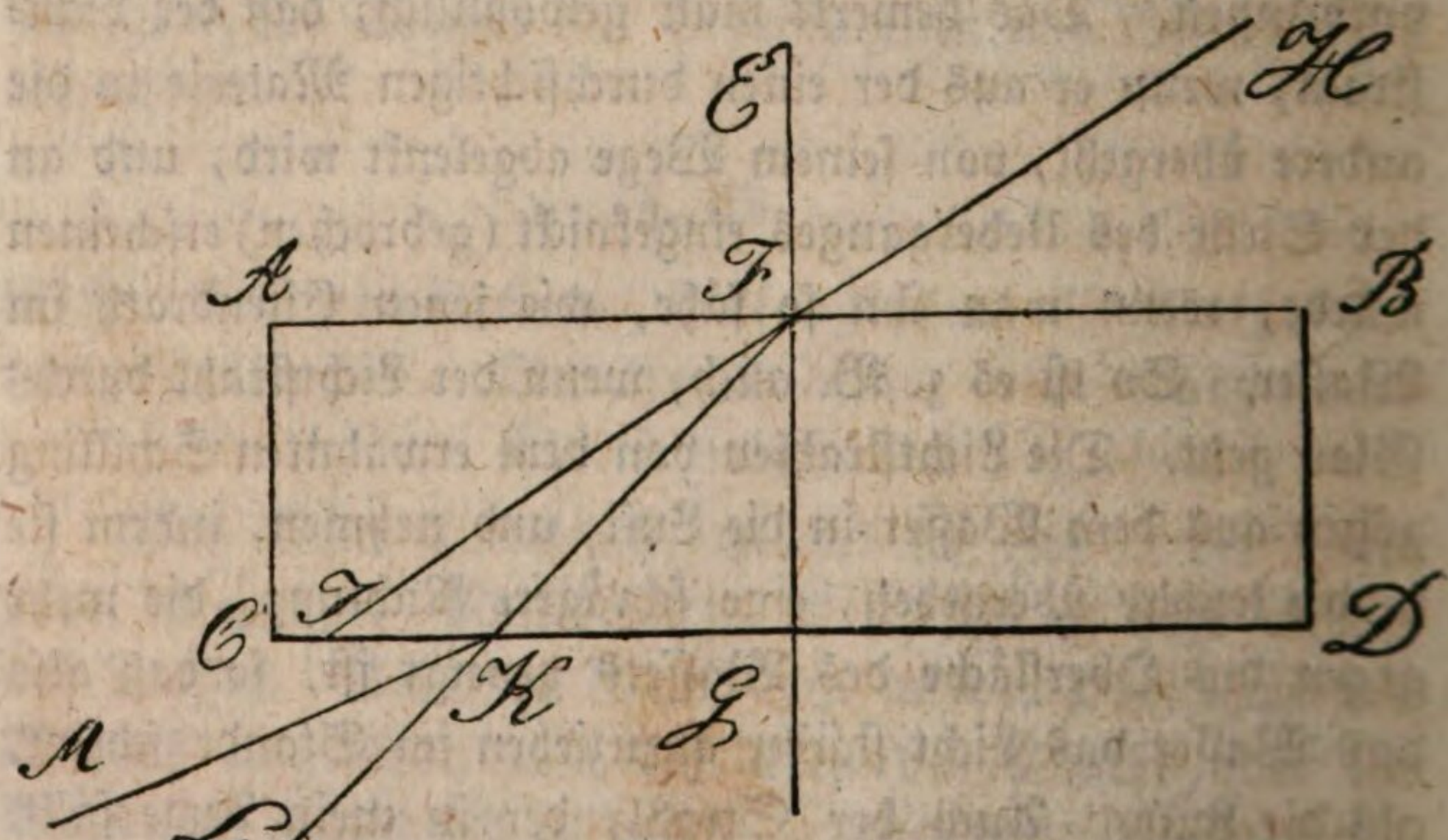
In dieser leeren Schale liegt ein Schilling auf dem Boden. Stelle dich einmal hierher, und du siehst den Schilling nicht. Bleibe einen Augenblick ganz ruhig stehen, und — nun ich Wasser in die Schale gegossen habe — kannst du den Schilling sehen. Der Schilling scheint höher zu liegen, als vorher, und doch liegt er noch auf derselben Stelle am Boden. — Nun will ich das Wasser erst aus der Schale herausgießen, und dann den Schilling auf dieselbe Stelle legen. Sieh nun von oben herunter gerade nach dem Schilling hin, indem ich wieder Wasser in die Schale gieße. In diesem Falle scheint der Schilling seine Stelle nicht zu verändern. — Wie geht das alles zu? —

Wenn ich den Schilling sehen soll, so müssen Lichtstrahlen von ihm in mein Auge kommen. Wenn diese kein Hinderniß finden, so bewegen sie sich in gerader Linie fort; sie gehen in gerader Linie durchs Wasser, in gerader Linie durch die Luft. Aber die Luft ist eine andere Materie als Wasser, und so kann die eine eine stärkere Anziehung gegen das Licht haben, als die andere, und eine Verschiedenheit in der Anziehung kann auch wohl eine Verschiedenheit in der Richtung des sich bewegenden Gegenstandes hervorbringen. Das bemerkt man gewöhnlich, daß der Lichtstrahl, wenn er aus der einen durchsichtigen Materie in die andere übergeht, von seinem Wege abgelenkt wird, und an der Stelle des Ueberganges eingeknickt (gebrochen) erscheinen würde, wenn man ihn so sähe, wie jenen Eisendrath im Wasser. So ist es z. B. auch, wenn der Lichtstrahl durchs Glas geht. Die Lichtstrahlen von dem erwähnten Schilling gehen aus dem Wasser in die Luft, und nehmen, indem sie in die letztere übergehen, eine schrägere Richtung, die mehr gegen die Oberfläche des Wassers geneigt ist, so daß also das Wasser das Licht stärker anzuziehen im Stande scheint, als die Luft. Auch der Strahl, der in mein Auge fällt,

hat eine schrägere Richtung genommen. Das Auge aber sieht nur in gerader Linie vorwärts. Also muß demselben auch der Schilling in der Richtung zu liegen scheinen, in welcher der Lichtstrahl durch die Luft in dasselbe dringt, d. i. aber höher, als er im Wasser wirklich liegt. Eben so scheint auch der Fisch höher zu liegen, als er wirklich liegt, aus demselben Grunde.

So ist es auch mit dem Eisendrath; nicht dieser nimmt im Wasser seine Richtung aufwärts, sondern die Lichtstrahlen, die von jeder einzelnen Stelle des im Wasser befindlichen Eisendrahttheiles ausgehen, nehmen da, wo sie aus dem Wasser gehen, eine mehr schräge, gegen die Oberfläche geneigte Richtung, und so sieht das Auge jeden Theil dessen, was vom Eisendrath im Wasser ist (besonders das Ende da) höher als er wirklich ist.

Wird aber der Eisendrath senkrecht in das Wasser gehalten, und von oben nach unten angesehen, so müssen wir wohl den im Wasser befindlichen Theil da sehen, wo er wirklich ist, weil die Lichtstrahlen, die dann davon ins Auge fallen, nach allen Seiten hin von der Wasseroberfläche gleich stark angezogen werden, und so nach keiner Seite hin abweichen können. — So ist es auch, wenn wir von oben hinunter nach dem am Boden liegenden Schilling hinsehen.



Angenommen, in der nebenstehenden Fig. sei ABCD ein Stück Glas, und von E falle ein Lichtstrahl bei F senkrecht auf das Glas; alsdann wirkt die Anziehung in der Richtung des Strahls selbst (von allen Seiten gleich stark), und es ist keine Kraft, die denselben von der senkrechten Richtung ablenkt, auch nicht, wenn er bei G wieder aus dem Glase in die Luft übergeht.

Fällt aber ein Strahl von H nach F schief auf das Glas, so würde die Schwungkraft (hier besser Wurfkraft genannt) ihn in derselben Richtung bis J hin forttreiben: Nun hat aber das Glas eine stärkere Anziehung zu dem Strahl, als die Luft, von wo aus er jene Richtung genommen. Wirkte diese Anziehung ganz allein, so würde er die senkrechte Richtung von F nach G nehmen. Es wirken aber beide Kräfte (Wurfkraft und Anziehung des Glases) zugleich. Daher nimmt er die Diagonalrichtung der beiden Kräfte, und am meisten die Richtung derjenigen Kraft, die am stärksten wirkt, und so etwa die Richtung FK. — Geht der Strahl nun wieder unten in die Luft über, so folgt er wieder mehr der Anziehung des Glases, und weicht von KL nach M ab.

Solche Ablenkung der Lichtstrahlen von ihrem Wege, indem sie in schiefer Richtung aus einer mehr oder weniger stark ziehenden Materie in eine weniger oder mehr stark ziehende übergehen, nennt man Brechung oder Refraction des Lichts.

Wohin das Licht am stärksten gezogen wird, dahin wird es von seinem Wege abgelenkt, und um so mehr, je schiefer die Richtung ist, in welcher der Lichtstrahl in die andere Materie übergeht, und ja bei senkrechter Richtung gar nicht. Wenn es eine und dieselbe Materie ist, nur daß sie nicht überall gleich dicht ist, so wird das Licht von der dichtern stärker angezogen, als von der dünnern. Das ist aber auch bei verschiedenen Materien meistens so, daß die dichtere stärker das Licht anzieht, als die dünnere. Doch

giebt es entgegengesetzte Fälle. Es ist z. B. Wasser dichter als Leinöl und Terpentinöl, und doch zeigen letztere beide mehr Anziehung zum Licht, wie man nämlich bei brennbaren Materien überhaupt eine verhältnißmäßig größere Anziehung zum Licht bemerkt haben will, als man nach dem Grade der Dichtigkeit vermuthen sollte.

Wenn sich nun die Dichtigkeit einer Materie, wo das Licht schief gerichtet hindurch fährt, ganz stufenweise ändern sollte, so müßte das Licht demnach auch eben so stufenweise von der geraden Richtung abgelenkt werden. Das ist ja nun in unserer Atmosphäre der Fall. Je niedriger, desto dichtere Luft. Lichtstrahlen, welche schräge gegen die Erde geworfen werden, müssen daher ganz allmählig mehr geneigt, d. i. in einem Bogen zur Erde kommen. In einer Bogenlinie müssen wir daher alle Sonnenstrahlen empfangen. Da unser Auge aber das, was es sieht, in gerader Richtung, und zwar hier in der des zuletzt gebrochenen Strahls, wahrnimmt, so sieht es in unserer Gegend die Sonne nie an ihrer wahren Stelle, sondern höher, und um so mehr abweichend von ihrem wahren Orte, je niedriger sie ist (je schräger sie uns ihre Strahlen zuwirft). Hat nämlich jemand die Sonne (oder einen Stern) im Zenith, so ist die Abweichung derselben vom wahren Orte (die Strahlenbrechung) gleich 0, und mit der Entfernung derselben vom Zenith nimmt diese Abweichung zu, bis sie im, oder etwas unter dem Horizont am größten ist, wo der Brechungswinkel, oder der Bogen, der dessen Maaß ist, gegen 33 Minuten groß werden kann. Doch das genaue — „Wie groß"? hängt von der besondern Beschaffenheit der Atmosphäre ab — ob sie mehr oder weniger dicht, mehr oder weniger rein —. Aus dieser Ursache sehen wir die Sonne schon Morgens und noch Abends, wenn sie unter dem Horizonte ist. Es ist damit so, wie mit dem Schilling in einer Schale mit Wasser.

Ob sich folgende Erscheinung auch aus der Strahlenbre-

chung erklären läßt? — Wenn nämlich Sonne und Mond eben erst über dem Horizont ganz zu sehen sind, so finden wir bei genauer Beobachtung, daß sie am obern und untern Rande abgeplattet erscheinen, und zwar unten mehr als oben. — Das muß auch wohl sein; denn dann ist der untere Rand nur eben über dem Horizont, und etwa 33 Min. höher als in der Wirklichkeit; der obere Rand dagegen, der an sich 32 Min. höher ist als der untere, bekommt (weil so viel weniger Brechung) eine geringere Brechungserhöhung, von nur 28 Minuten. Daher sind obere und untere Grenze einander 5 Min. näher als die einander gegenüberstehenden Seitengrenzen dieser Weltkörper, und so entsteht die scheinbare Abplattung. — Daher kann es auch Mond- und Sonnenfinsternisse geben, die für einen Ort nach astronomischer Berechnung unsichtbar sind, und doch in der Wirklichkeit etwas sichtbar werden. Findet nämlich die Finsterniß Statt, wenn der Weltkörper eben unter dem Horizonte sich befindet, so bringt die Strahlenbrechung ihn über den Horizont und macht die Finsterniß wahrnehmbar.

So kennen wir demnach schon dreierlei, was da macht, daß wir entfernte Gegenstände, besonders Himmelskörper, selten an dem Orte sehen, wo sie wirklich sind: die doppelte Abirrung des Lichts (welche? — s. §. 61.) und die Strahlenbrechung. Die Abirrung des Lichts in Folge der Erdrotation macht, daß die Sonne im Horizont tiefer gesehen wird, als sie ist, und die Strahlenbrechung bewirkt das Umgekehrte — wie das? — aber letztere kann 33 Min. und jene (selbst am Aequator) nur $\frac{1}{3}$ Sec. betragen. Mehrerwähnte Abirrung macht, daß die Sonne weiter nach O. hin erscheint, als sie es ist, und bewirkt damit, daß sie Morgens uns sich tiefer zeigt, als die Strahlenbrechung sie uns stellt, und Abends höher —. Wann kommt sie also der Strahlenbrechung zu Hülfe? wann aber vermindert sie diese? — Letzteres vom Morgen bis Mittag, ersteres vom Mittag bis Abend — wie das? —

Wie viele Zeit die Strahlenbrechung ungefähr den scheinbaren Sonnenaufgang vor dem wahren eintreten läßt, folgt leicht so: Zu 360° sind 24 St. nöthig, wie viel denn zu 33 Min.? — Wie viel aber die Abirrung denselben wieder verspätet —? Antw. So viel, bis die Erde einen Bogen von $\frac{1}{3}$ Sec. rotirt hat.

Mit den Veränderungen, welche die Lichtstrahlen unserer Atmosphäre erleiden, stehen auch folgende Erscheinungen in Verbindung: Sonne, Mond und Sterne geben, wenn sie im Horizonte sind, ein viel schwächeres Licht, als wenn sie höher stehen — das Sonnenlicht namentlich ist dann nicht so blendend —. Ob der längere Weg, den das Licht dann zu machen hat (der um den Erdhalbmesser längere —), hier etwas machen sollte? Gewiß sehr wenig; aber die dichtern Luftschichten in der Nähe der Erde, wo nun das Licht hindurch muß, können sicher dasselbe genug schwächen. Der franz. Physiker Bouguer (geb. 1698) rechnet, daß das Sonnenlicht vom Zenith her 800 mal so stark sei, als das vom Horizont. —

Ferner: Man sieht zuweilen an gewissen Stellen, besonders übers Meer und über Flüsse und Seen hin Häuser, Berge, Schlösser —, die man, weil sie unter der Horizontalebene liegen, gewöhnlich selbst nicht sieht; oder man sieht zu gewissen Zeiten von entfernten Häusern, Mühlen, Gehölzen —, wovon man gewöhnlich nur die obern Theile wahrnimmt, mehr von den tiefer liegenden Theilen, oder gar diese Gegenstände ganz bis an den Fuß. — Aus den Gewässern entwickeln sich verschiedene Dünste, die nahe an der Erdoberfläche Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit veranlassen können, und so kann wohl eine Strahlenbrechung Statt finden, die jene Gegenstände höher erscheinen läßt, als sie sind. — In der Meerenge zwischen Calabrien und Sicilien, so wie an den Küsten von Schweden, in Grönland, in den Sandwüsten Aegyptens u. a. O. sieht man bisweilen seltsame Sachen: Menschen, Dörfer,

Schlösser, Häuser, Wälder — in der Luft entstehen und verschwinden (wovon die Luftbilder in der Meerenge bei Sicilien Fata Morgana genannt werden). —

Wie das alles aus der Strahlenbrechung zu erklären ist, können wir zwar nicht mit Sicherheit angeben; aber wie Sonne, Mond und Sterne uns über dem Horizont erscheinen, wenn sie noch unter demselben sind, so kann es ja auch mit Dörfern, Häusern u. s. w., die an und für sich hinter Erhöhungen — unsern Augen verborgen sind, wohl angehen. Daß wir sie aber nicht immer so hoch sehen, kann Folge sein von verschiedener Dichtigkeit der Luft, von verschiedenen fremdartigen Theilen in derselben, welche letztere auch gar hohlspiegelartig die Lichtstrahlen, und damit die Bilder jener Gegenstände an bestimmte Orte (auch zu uns) hinwerfen können.

Wenn die Lichtstrahlen in schräger Richtung aus der Luft in Glas, und aus Glas in die Luft fahren, so werden sie gebrochen. Um mittelst Glas den Lichtstrahlen wohlberechnete Richtungen ganz nach Belieben zu geben, bringt man Glas durch Schleifen in verschiedene Formen, freilich immer scheibenartig, aber verschieden in folgender Hinsicht: beide Seiten parallele Ebenen, beide Seiten erhaben (convexe Gläser), beide Seiten hohl (concave Gläser), eine Seite eben, die andere erhaben (planconvex), eine Seite eben, die andere hohl (planconcav), eine Seite erhaben, die andere hohl (convexconcav). Linsen oder Linsengläser nennt man die 5 zuletzt bezeichneten Arten von geschliffenen Gläsern. (Hinzeichnen lassen sie sich leicht).

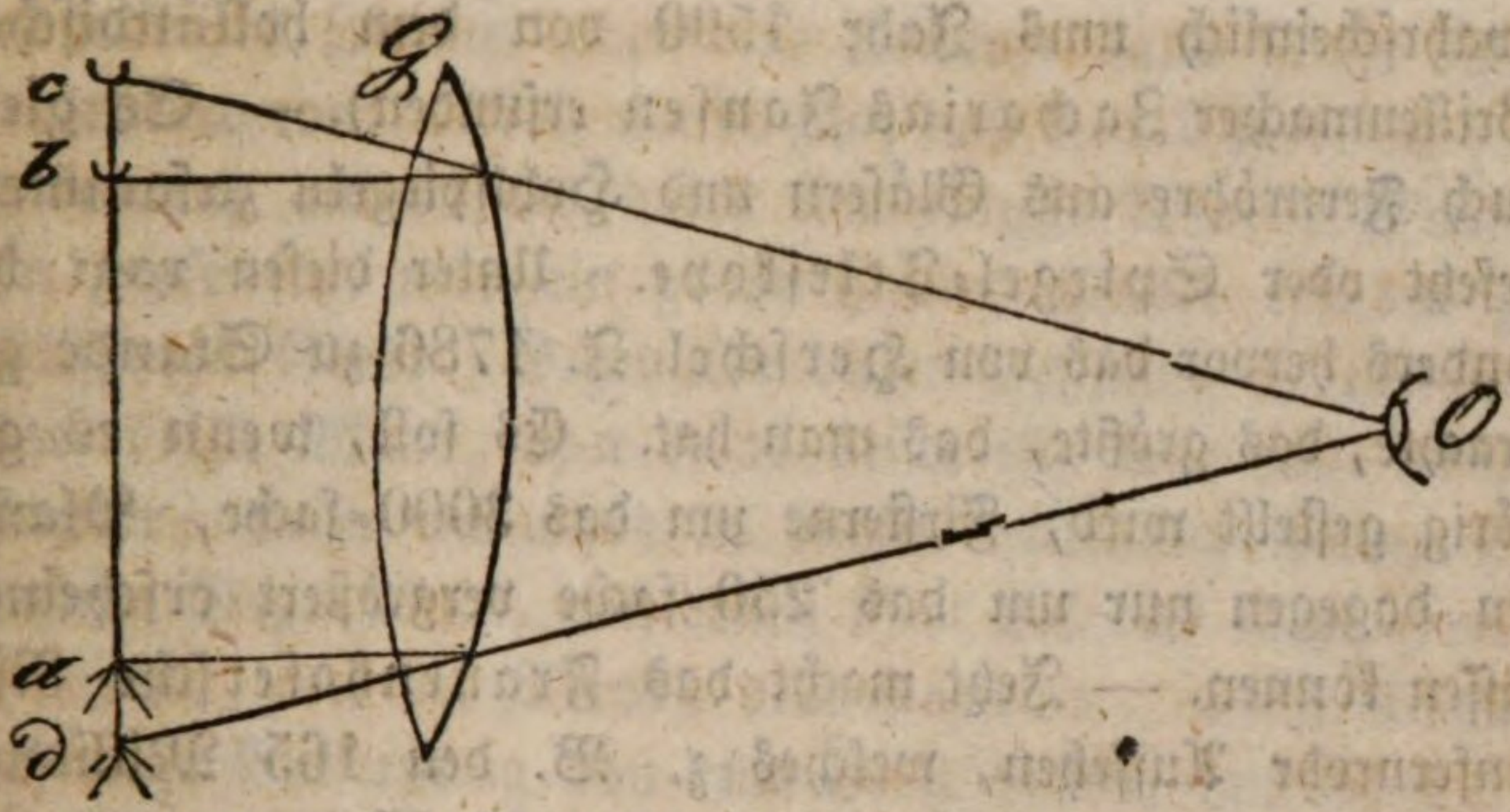
Die erhaben = so wie die hohlgeschliffenen Gläser sind von der Beschaffenheit, daß alle (parallel) darauf fallenden Sonnenstrahlen in einer schiefen Richtung darauf fallen, mit Ausnahme des einen Strahls, der senkrecht durch den Mittelpunkt des Glases geht oder mit der Axe der Linse eine und dieselbe Linie ist. — Das erhabene oder convexe Glas komme hier zunächst in Betracht. Die Sonnenstrahlen (die

ja alle so gut wie parallel darauf fallen), werden gleich beim Eintritt schon etwas zusammenfahrend gebrochen, und da, wo sie aus der Linse herauskommen, noch mehr, so daß sie darauf bald in einem Punkt sich vereinigen. Dieser Punkt heißt der Brennpunkt der doppelt converen Linse, welcher Punkt ungefähr in dem Mittelpunkt der Kugel liegt, von welcher die entsprechende Oberfläche der Linse ein Theil ist. Daher fällt derselbe um so näher beim Glase, je kleiner diese Kugel ist. Die Entfernung desselben von dem Glase heißt die Brennweite. Daß die im Brennpunkte vereinigten Sonnenstrahlen hier dieselbe Wirkung hervorbringen, wie die durch den Brennspiegel vereinigten (welche nämlich?) ist leicht zu denken.

Welchen Nutzen die Brenngläser bei Sonnenschein haben können, wissen wir zum Theil aus Erfahrung. Der Herr von Tschirnhausen, den wir bereits kennen (woher?), verfertigte sehr wirksame Brenngläser. Er konnte damit Wasser zum Kochen bringen, Metalle schmelzen u. s. w.

Unser Auge ist einem erhaben geschliffenen Glase zu vergleichen. Daher werden die darauf fallenden Lichtstrahlen so darin gebrochen werden, daß sie zusammenfahren, und da das Auge aus verschiedenen Materien besteht, so findet in demselben gar eine mehrmalige Brechung des Lichts Statt. Ungeachtet dessen aber vereinigen sich nach Gottes weiser Einrichtung die Lichtstrahlen an der Stelle im Auge, wo sie für uns die Empfindung des Sehens verursachen können (an der Netz- oder Nervenhaut, wie wir es in andern Stunden — Lehre vom menschlichen Körper — näher kennen lernen.).

Auch als Vergrößerungsgläser (Mikroskope heißen sie dann) sind die Brenngläser zu benutzen, und das ist noch der wichtigste Dienst, den sie leisten. Dieses wollen wir uns an der nebenstehenden Fig. zu verdeutlichen suchen. Es sei G das erhaben geschliffene Glas, O das Auge und a b der Gegenstand hinter dem Glase. Die auf



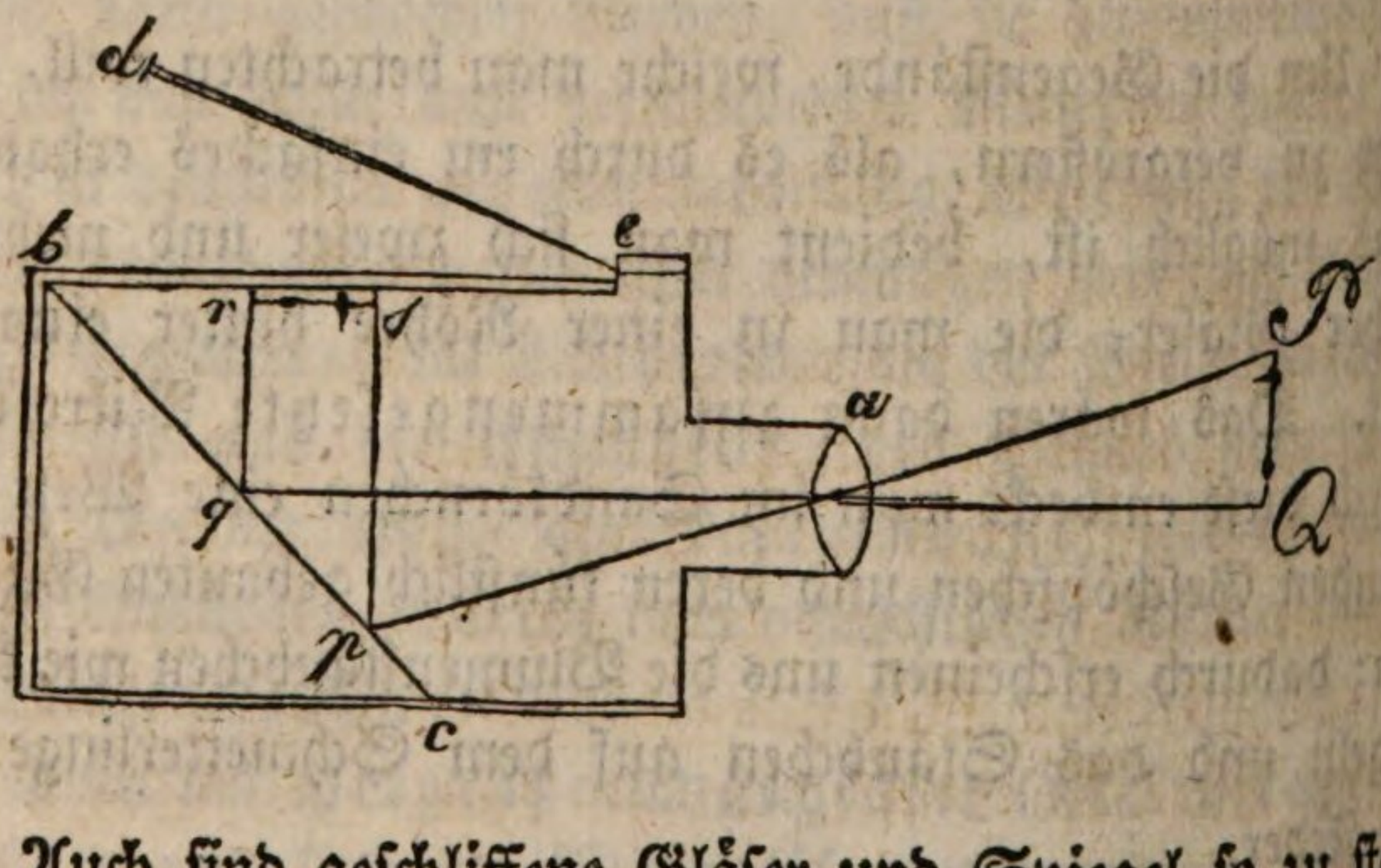
das Glas fallenden Strahlen werden schon beim Einfallen so gebrochen, daß sie sich etwas nähern, und beim Ausfallen noch mehr, so daß sie in dem Auge sich vereinigen. Indeß sieht das Auge seinen Gegenstand nur in gerader Richtung, und daher durch das Glas die obere Grenze des Gegenstandes in c und die untere in d, mithin den Gegenstand selbst in der Größe c d, also beträchtlich vergrößert. — Soll übrigens die Vergrößerung Statt finden, so muß der Gegenstand (hier a b) nicht in oder hinter dem Brennpunkte, sondern zwischen diesem und dem Glase sich befinden.

Um die Gegenstände, welche man betrachten will, noch mehr zu vergrößern, als es durch ein einfaches erhabenes Glas möglich ist, bedient man sich zweier und mehrerer solcher Gläser, die man in einer Röhre hinter einander stellt. Das wären dann zusammengesetzte Mikroskope. Durch diese entdeckt man im Sandkörnchen eine Welt von lebenden Geschöpfchen und deren künstlich gebauten Gliederchen; dadurch erscheinen uns die Blumenstäubchen wie kleine Kugeln und das Stäubchen auf dem Schmetterlinge wie eine Feder.

Auch so weiß man die geschiffenen Gläser mit einander zu verbinden, daß entfernte, dem Auge sonst kaum oder gar nicht sichtbare Gegenstände uns unter einem hinreichend großen Sehwinkel erscheinen. So entsteht das Fernrohr

(wahrscheinlich ums Jahr 1590 von dem holländischen Brillenmacher Zacharias Jansen erfunden). — Es giebt auch Fernröhre aus Gläsern und Hohlspiegeln zusammengesetzt oder Spiegel-Teleskope. Unter diesen ragt besonders hervor das von Herschel J. 1786 zu Stande gebrachte, das größte, das man hat. Es soll, wenn es gehörig gestellt wird, Fixsterne um das 3000-fache, Planeten dagegen nur um das 250-fache vergrößert erscheinen lassen können. — Jetzt macht das Frauenhofersche Riesenfernrohr Aufsehen, welches z. B. den 165 Millionen Meilen entfernten Saturn auf 192,000 Meilen, und den über 50,000 Meilen entfernten Mond auf 70 Meilen nahe ziehen soll, d. i. diese Weltkörper unter so großem Sehwinkel wahrnehmbar machen, unter welchem sie in der angegebenen Nähe erscheinen müßten. Es wird im optischen Institut von Utzschneider in München verfertigt.

Die Fernröhre überhaupt haben zur Entdeckung von Tausenden entfernter Welten (Sonnen) und zur würdigen und tiefern Anbetung des großen Weltenschöpfers Veranlassung gegeben.



Auch sind geschliffene Gläser und Spiegel so zu stellen und in Verbindung zu bringen, daß sie das Bild entfernter Gegenstände in die Nähe ziehen, aber dasselbe viel kleiner geben, als die Gegenstände selbst sind. Dazu dient die sogenannte dunkle Kammer (camera obscura). Ein ge-

wöhnliches Zimmer oder eine Kammer kann hierzu schon benutzt werden. Man mache nur, daß kein Tageslicht hineinkommt anders als durch eine einzige kleine Oeffnung. In diese setze man ein genau hineinpassendes erhaben geschliffenes Glas. Gegenüber dieser Oeffnung sei entweder eine weiße Wand, oder (was besser ist) man stelle weißes Papier, weiße Leinwand ꝛc. dahin. Alsdann werden sich äußere Gegenstände, von denen Licht auf das Glas geworfen wird, auf der Wand, dem Papier ꝛc., wenn diese die gehörige Entfernung von dem Glase haben, mit ihren natürlichen Farben, aber in umgekehrter Stellung, abbilden. — Das wäre schon eine dunkle Kammer; indeß gewöhnlich versteht man darunter einen tragbaren Kasten, wie nebenstehende Zeichnung ihn etwa darstellt. Da ist a das erhabene Glas, welches vorwärts und zurück geschoben werden kann, — b c ein Planspiegel, gegen die Horizontalebene 45° geneigt, b e ein mattgeschliffenes Glas, d e ein Deckel, um ein fremdes Licht von diesem Glase abzuhalten, und PQ der entfernte Gegenstand. Aus jedem dem Kasten zugekehrten Punkte dieses Gegenstandes fallen Lichtstrahlen nach jedem Punkte der Linse a. Alle, die z. B. von P darauf fallen, werden so gebrochen, daß sie vereinigt den Punkt p des Spiegels treffen, die von Q ausgehenden treffen auf der Spiegelfläche alle in q zusammen, und die Strahlen von den zwischen P und Q vorhandenen Stellen fallen auch im Spiegel zwischen p und q —, und dies alles so, daß im Spiegel ein umgekehrtes Bild entsteht. Der Spiegel indeß wirft alle so vereinigte Lichtstrahlen so zurück, daß, nach dem bekannten Reflexionsgesetz, das Bild r s auf dem matten Glase so entsteht, daß es durch das Glas b e in rechter Stellung von dem gesehen werden kann, der hinter b steht und sich nur etwas über b e hinbeugt.

Statt des mattgeschliffenen Glases, wo sich das Bild des Gegenstandes darstellt, könnte auch in Oel getränktes Papier gebraucht werden. — „Sollte es nun nicht möglich

sein, Papier oder andere Materien, worauf die camera obscura das Bild eines Gegenstandes darstellt, so zuzubereiten, daß das Licht mittelst seiner auflösenden Kraft dieses Bild da völlig festsetzte?" — so dachte man, und — nach vielen Versuchen ist es dem Franzosen Daguerre völlig gelungen, dasselbe hell und schattirt festzuhalten. Ohne der Hand des Künstlers (des Malers) dazu sich zu bedienen, weiß er sich in wenigen Minuten (jetzt gar nur einigen Secunden) eine wohlgetroffene Ansicht eines Gegenstandes, z. B. einer Landschaft, eines Gebäudes, einer Person ꝛc. zu verschaffen. Er hat die Art seines Verfahrens bereits vollständig bekannt gemacht, und — er selbst nicht nur, sondern auch Andere haben bereits manche Vervollkommnung für diese Erfindung durch ihr Nachdenken und ihre Versuche gewonnen. Die Kunst hier besteht besonders in der gehörigen Zubereitung oder Ueberziehung derjenigen Platten (aus Papier, Metall ꝛc.), worauf die Lichtbilder her- und festgestellt werden sollen. Die Erfindung ist unter dem Namen: Daguerreotyp bekannt. — Warum paßt dieser Name auch wohl?

Jetzt wollen wir uns einmal vorstellen, welche Erscheinungen es wohl geben könnte, wenn wir einen Gegenstand an eine andere Stelle in Verhältniß zum Glase setzen, als zwischen die erhabene Linse und deren Brennpunkt.

Derselbe stehe im Brennpunkt — dann schließen wir so: Parallel auffallende Strahlen vereinigen sich im Brennpunkt, also werden Strahlen, die vom Brennpunkt ausgehen, hinter dem Glase parallel werden und — kein Bild geben, oder ein unendlich entferntes Bild.

Ist der Gegenstand weiter vom Glase, als der Brennpunkt, so kommen sie weniger schräg auf das Glas, als vom Brennpunkt aus. Daher gehen sie nicht parallel, sondern zusammenfahrend aus dem Glase, so daß sie sich da vereinigen und durchkreuzen. In diesem Fall aber kommt das Obere des Bildes unten und das Untere oben,

also ein verkehrtes Bild zwischen dem Glase und dem Auge zu sehen.

Das sehen wir übrigens, daß die Convergläser die Lichtstrahlen einander nähern und die meisten, die darauf fallen, vereinigen oder sammeln. Daher nennt man sie auch Sammelgläser.

Die hohl geschliffenen Gläser (Concavgläser) dagegen sind so, daß die parallel darauf fallenden Strahlen durch die Strahlenbrechung, die sie verursachen, hinter denselben aus einander fahren. Die, welche zusammenfahrend darauf fallen, fahren hinter dem Glase entweder auch, jedoch im geringern Grade zusammen, oder werden parallel, oder fahren aus einander, und das, je nachdem sie vor dem Glase weniger oder mehr stark zusammenfahren. Diese Gläser zerstreuen also die Lichtstrahlen und heißen Zerstreuungsgläser.

Es ist ein Punkt an der Netzhaut in unserm Auge, wo die Lichtstrahlen sich vereinigen müssen, wenn wir den Gegenstand möglichst gut sehen sollen. Je erhabener aber der Vordertheil des Auges, desto früher, und je flacher, desto später geschieht die Vereinigung der Lichtstrahlen, und so kann es Augen geben (und giebt deren wirklich), wo die Vereinigung zu früh, und solche, wo diese zu spät geschieht. In beiden Fällen ist das Auge fehlerhaft, nicht gesund. Im erstern Fall sieht der Mensch nahe Gegenstände am deutlichsten (er ist kurzsichtig), im letztern entferntere (er ist weitsichtig). Durch die erhabenen Gläser wird gemacht, daß sich die Lichtstrahlen früher vereinigen. So wären denn diese eine Hülfe für den Weitsichtigen. Dagegen entfernen die hohlgeschliffenen Gläser die Strahlen von einander; sie verspäten daher die Vereinigung des Lichts, und wären dem Kurzsichtigen wichtig. Diese Rücksichten werden bei Verfertigung der Brillen genommen. Welche Brillen sind daher für Kurzsichtige? welche für Weitsichtige?

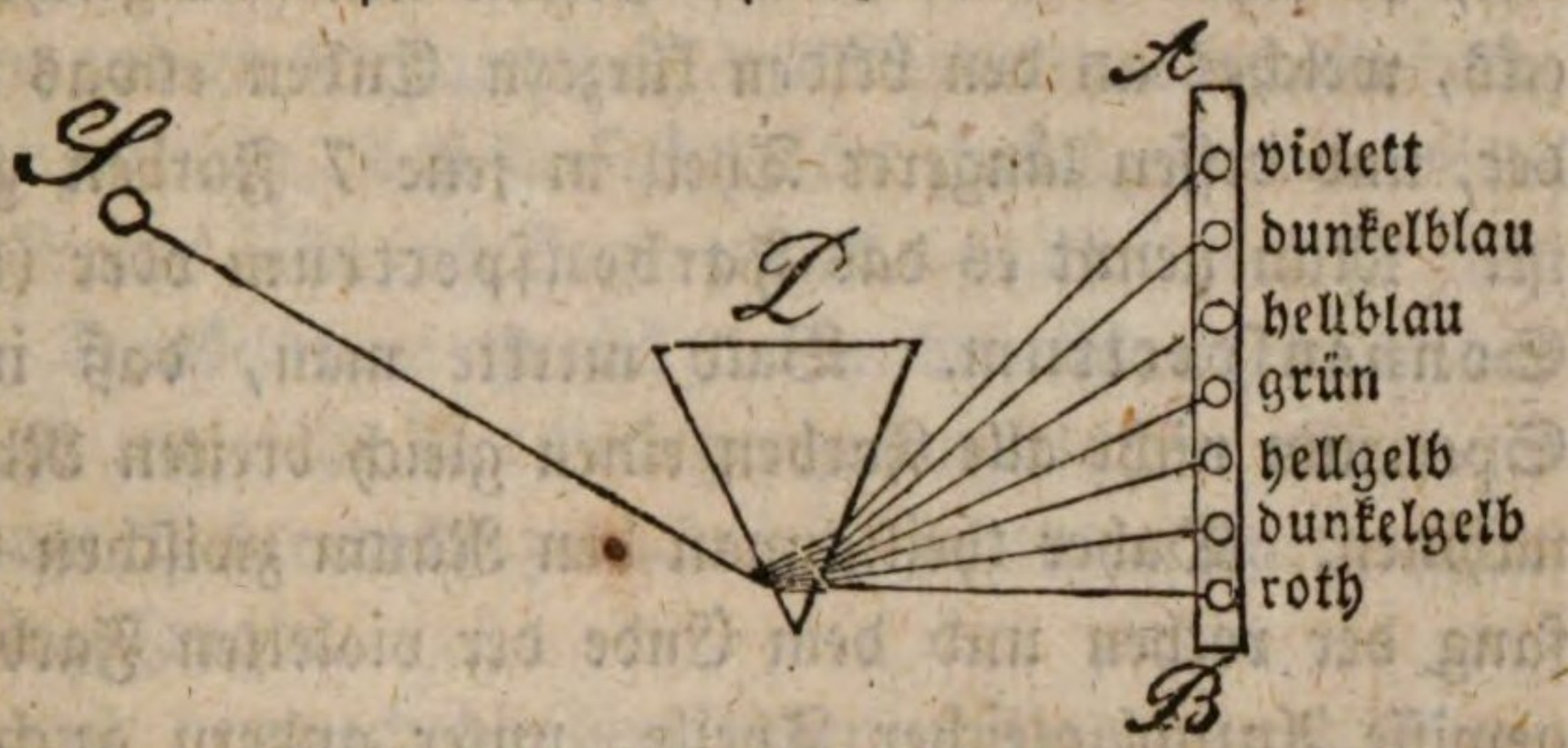
§. 64.

Beſtandtheile des Lichts (Grundfarben). Sonnenſpectrum. Farben an Körpern. Lichtſaugende Körper. Glänzende Naturerſcheinungen, als: Abend- und Morgenröthe bis — Regenbogen.

Dieſes Glas mit Waſſer will ich auf den weißen Papierbogen ſetzen. Die Sonne ſcheint darauf, und hinter dem Glaſe bemerken wir nicht das Dunkle eines Schattens (wie hinter dieſem Buche da), ſondern verſchiedene Farben im bunten Gemiſch neben einander. Dieſe Farben müſſen wohl von den Sonnenſtrahlen, die durch das durchſichtige Glas hindurch gehen und da (ſ. §. 63.) gebrochen werden, herrühren, ſonſt kennen wir keine Urſache.

Doch wollen wir zu mehrerer Verdeutlichung uns einmal vorſtellen (beſſer, wir hätten es wirklich, und das, was ſonſt bei ſolchem Verſuch nöthig iſt), wir hätten ein gläſernes Prisma von 3 gleichen Seiten, und zugleich ein dunkles Zimmer mit einer kleinen Oeffnung gegen die Sonne hin. Der Oeffnung gegenüber ſei eine Wand. Wir ſehen nun (in Gedanken), wie die Sonne dahin einen runden weißen Schein wirft. Darauf halte ich das Prisma vor die kleine Oeffnung. Da hindurch wird der Lichtſtrahl der Sonne gebrochen, und wir ſehen an der Wand ſtatt des weißen Lichtes ähnliche Farben, wie vorher auf dem Papier neben einander. Wenn wir recht zuſehen, ſo können wir die 7 Hauptfarben des Regenbogens recht deutlich, deutlicher als auf dem Papier mit dem Glaſe Waſſer, hier unterſcheiden. Die Fig. hiebei veranſchaulicht das, und zeiget uns, wie von unten nach oben die Farben auf einander folgen. Darüber folgendes: Der im Prisma gebrochene Lichtſtrahl wird in 7 Haupttheile getheilt. Der eine Theil wird allemal ſtärker gebrochen (mehr von dem geraden Wege abgeführt) als der andere. Am wenigſten gebrochen iſt der

unterste Theil, welcher in rother Farbe unserm Auge erscheint, und am meisten der oberste (die violette Farbe).



Sind das wirklich 7 Theile des weißen Lichtstrahls? — Das läßt sich vielleicht so beweisen: Wenn man durch ein erhaben geschliffenes Glas bloß den einen Farbenstrahl auffängt, so behält er im Brennpunkt seine Farbe. Fängt man 2 davon auf (etwa den blauen und gelben), so zeigt sich im Brennpunkt eine gemischte (hier eine grünliche) Farbe. Alle 7 Strahlen aber im Brennpunkt vereinigt, geben wieder den vollen weißen Sonnenstrahl, so wie er auf das Prisma gefallen ist. — Solche Versuche stellte Newton (was wissen wir sonst schon von ihm?) zuerst an, und schloß daraus, das Licht sei kein einfacher Stoff, sondern aus 7 farbigen Strahlen zusammengesetzt.

Noch mehr, man hat die Farbenstrahlen einzeln für sich durch das gläserne Prisma gehen lassen, aber sie erscheinen nach der Brechung nicht anders als vorher. Daher hat man bis dahin auch jeden Farbenstrahl als einfachen Bestandtheil oder Grundstoff (Grundfarbe) des (weißen) Lichtes betrachtet. Jede rein weiße Farbe läßt sich überhaupt in die gedachten sieben zerlegen.

Wenn daher der Maler diese 7 Farben in gehörigem Verhältniß mit einander mischte, so müßte ja das Weiße herauskommen. Aber woher bekommt er jede Grundfarbe so rein? — und dann wie weiß er das gehörige Verhältniß? — Dieses letztere hat man auch herauszubringen gewußt. Wenn wir das Farbenbild an der weißen Wand,

Tafel — überhaupt einer hellen Fläche — genau betrachten, so sehen wir es in der Gestalt eines länglichen Rechtecks, welches an den beiden kürzern Enden etwas abgerundet, und dessen längerer Theil in jene 7 Farben geschieden ist. Man nennt es das Farbenspectrum oder (hier) das Sonnenspectrum. Bald merkte man, daß in diesem Spectrum nicht alle Farben einen gleich breiten Raum einnahmen. Daher theilte man den Raum zwischen dem Anfang der rothen und dem Ende der violetten Farbe in eine gewisse Anzahl gleicher Theile, unter andern auch in 360 Theile, und maß, wie viele dieser Theile auf jede Farbe gingen. Auf diese Art fand man:

Auf Roth	gingen	45	Theile
= dunkelgelb	=	27	=
= hellgelb	=	48	=
= grün	=	60	=
= hellblau	=	60	=
= dunkelblau	=	40	=
= violett	=	80	=

Ein Versuch lehrt auch wieder, daß eine Vereinigung dieser Farben in diesem Verhältniß das weiße Licht wieder giebt. Man nimmt eine Scheibe, die schnell um ihre Axe rollen kann, theilt die eine Seite in 7 (Kreis=) Ausschnitte, wovon der erste 80, der 2te 40, der 3te 60 und — der 7te 45 Grad des Scheibenkreises enthält. Den ersten Ausschnitt (von 80 Grad) färbt man violett, den 2ten dunkelblau u. s. w. Wenn man dann die Scheibe schnell umdreht, so mischen sich diese Farben so, daß man keine derselben besonders, sondern die ganze Scheibe nur weiß, sieht.

Ist also das Licht ein Gemisch aus mehreren Bestandtheilen, so dürfte nur (s. §. 40. 41. 42.) der eine und andre Bestandtheil mit einem Gegenstande näher verwandt sein, und er ließe sich unter den gehörigen Bedingungen von dem Ganzen trennen. Indem das Sonnenlicht auf die Thür

scheint, sehe ich die Thür, aber nicht weiß, wie das Lichtganze, sondern grün. Es scheint also die Oberfläche der Thür jeden andern Bestandtheil, mit Ausnahme des Grünen, so stark anzuziehen, daß derselbe nicht zurückgeworfen wird; nur das Grüne fällt ins Auge zurück. — Von diesem Rock fällt das Dunkelblaue zurück; von der Wand aber das Weiße (also ungefähr das Lichtganze unzerlegt). Was ein Körper vom Lichte nicht zurückwirft, scheint er zu verschlucken — einzusaugen.

So sind demnach die verschiedenen Farben, welche unser Auge an den Körpern bemerkt, nicht etwas zu den Körpern selbst Gehörendes, sondern bloß die Bestandtheile des Lichts, die mit der jedesmaligen Körperoberfläche so wenig verwandt sind, daß sie von dieser nicht eingesogen, sondern ins Auge zurückgeworfen werden. Ja, eher noch gehören die Bestandtheile des Lichts (die Farben), die von den Körpern verschluckt werden und wir an ihnen nicht sehen, zu den Körpern selbst.

Wir tragen aber doch die verschiedenen Farben auf die Körper (beim Anstreichen, Malen —)? Diese sind bloß eine Materie, welche, auf die Oberfläche der Körper getragen, bewirken, daß gerade solche (etwa die gelben) Bestandtheile des Lichts zurückgeworfen und die übrigen verschluckt werden.

Das Sonnenlicht macht auch warm, die Sonnenstrahlen entwickeln Wärme. Wie steht es darin um die farbigen Strahlen? — Der ältere Herschel hat gezeigt, daß die Temperatur von der violetten Farbe an bis zur rothen hin nach und nach zunehme, die höchste Temperatur aber noch etwas jenseits der rothen Farbe, also außerhalb des Spectrums, zu treffen sei, und so denn da, wo von dem ursprünglichen Strahl am wenigsten Abweichung Statt finde, am meisten warm —. Ein Anderer, im Wesentlichen mit Herschel übereinstimmend, will die Temperatur z. B. so gefunden haben: die der blauen Strahlen 13° R., — der grünen

14°, — der gelben 17°, — der rothen 22°, und die höchste Temperatur außerhalb des Spectrums 26° R. — Wenn dieses nun auch da seine Richtigkeit hat, wo das Licht durch Glas gebrochen ist, so soll sich die Sache doch bei andern Mitteln der Strahlenbrechung oft anders machen, z. B. bei Wasser, Salzen u. s. w.

Das zeigt sich ja denn auch, daß nach Verschiedenheit der Farben, welche Körper an ihrer Oberfläche zeigen, die Wärme, welche die darauf scheinende Sonne daraus entwickelt, verschieden ist, und zwar, daß, je heller die Farbe, die Körper desto weniger, und je dunkler, sie desto mehr erwärmt werden. Man lege an einer Stelle, wo die Sonne scheint, im Winter auf Schnee z. B. einen Tuchlappen von schwarzer, einen von brauner, einen von gelber und einen von weißer Farbe: alsdann wird man nach kurzer Zeit finden, daß der schwarze Lappen am tiefsten, der braune weniger und — der weiße am wenigsten tief eingesunken ist, weil in diesem Verhältniß der Schnee mehr und weniger unter denselben geschmolzen ist. Was folgt daraus über den Grad, in welchem die Sonnenstrahlen durch das Tuch hindurchgedrungen sind? — Dunkle (schwarze) Kleider wärmen im Sommer am Tage leicht zu stark, wogegen die weißen am meisten kühlen. Woher das denn? —

Wenn auf weißes Papier die Sonne eine Zeit lang stark geschienen hat, und wir entziehen darauf dasselbe den unmittelbaren Sonnenstrahlen, so leuchtet es noch eine kurze Zeit blendend fort. Es scheint Licht eingesogen zu haben, aber nicht Kraft genug, dasselbe so innig mit sich zu verbinden, um es festhalten zu können. So ist es auch mit dem Schnee und einigen andern Körpern. Man nennt sie lichtsaugende Körper. Ob das ein passender Name ist? —

Jetzt noch einige Erscheinungen, die man leuchtende oder glänzende Natur- oder Lufterscheinungen nennt, und die man theils aus der verschiedenen Brechung, theils aus der Zurückwerfung des Lichts zu erklären pflegt.

Des Himmels Blau (bei heitrer Luft) — — es bricht und theilt (spaltet) sich dann das Sonnenlicht in der Atmosphäre dergestalt, daß nur das Blaue unser Auge trifft. Mehr fast läßt sich hier nicht sagen.

Dämmerung, so wie Abend- und Morgenröthe. Daß die Lichtbrechung unsere Tage verlängert, wissen wir bereits —; wie hängt das noch zusammen? — Zu diesem kommt noch, daß die Abend- und Morgendämmerung die volle Dunkelheit der Nacht, wenn auch nicht die Nacht selbst, verkürzt. Hierüber Folgendes: Wenn das Bild der Sonne uns noch nicht (Morgens) oder nicht mehr (Abends) sichtbar ist, so wirft die Sonne schon noch einige Zeit Strahlen in die uns höhern Theile der Atmosphäre. Da treffen und erhellen sie Wolken, Dünste u. s. w., von denen wieder Licht gebrochen und zurückgeworfen, und so in unserer Atmosphäre verbreitet wird. Das ist die Dämmerung. Diese kann nur Statt finden, wenn die Sonne nicht tiefer unter dem Horizont ist, als daß sie noch Strahlen in unsere Atmosphäre werfen kann, und da rechnet man bis an 18° Tiefe. Nun senkt sich oder steigt die Sonne um so langsamer, je weniger senkrecht gegen den Horizont dieses geschieht. Welchen Erdbewohnern steigt oder sinkt sie am senkrechtesten und zuweilen völlig senkrecht? Welchen um so weniger senkrecht? Und wenn sie irgendwo die ganze Nacht hindurch nicht 18° unter den Horizont käme, so hätte man da die ganze Nacht auch Dämmerlicht. So haben wir es von der Mitte Mai bis Ende Juli bei uns — „die hellen Nächte —". Gegen die Pole hat man wochen-, gar monatlange Dämmerungsnacht — woher das? — Wohlthätig ist die Dämmerung für unser Auge, welches durch eine zu plötzliche Abwechselung des Lichts und der Finsterniß sehr leiden, vielleicht bald erblinden würde. Weise und gütig zeigt sich auch hier unser Gott. — Ist nun während der Dämmerung die Luft mit vielen freien, besonders wässrigen Dünsten gefüllt: so werden die Lichtstrahlen mit-

unter so gebrochen, daß vornehmlich die rothen Theile derselben unser Auge treffen. Daher die Abend- und Morgenröthe. In der Nacht fallen die freien Dünste leicht als Thau zur Erde; Tages dagegen nicht so; sondern durch starke Ausdünstung mehrt sich leicht noch die Menge der Dünste. Daher prophezeiht man nicht ganz mit Unrecht aus der Röthe des Abends gutes, und aus der des Morgens schlechtes Wetter oder Regen und Wind.

Die Verschiedenheit in den Farben der Wolken. — Diese sind im Ganzen wie in ihren Theilen und einzelnen Stellen von verschiedener Dichtigkeit, auch in ihren Bestandtheilen nicht gleich. Ihre Stellung gegen das darauf fallende Sonnenlicht ist ebenfalls nicht immer dieselbe. Daher muß auch wohl eine große Verschiedenheit in der Art, wie die Sonnenstrahlen sich darin brechen, Statt finden.

Die Höfe um Sonne und Mond und Sterne erscheinen uns als helle Ringe um diese Weltkörper. Sie zeigen sich zuweilen mehr farbig als weißlich. Meistens sieht man nur Einen solchen Ring; zuweilen aber mehrere. Ob es wirklich Ringe um Sonne ꝛc. sind? — Wenn Abends zwischen uns und dem Talglicht ein Gefäß mit warmem Wasser steht, aus welchem ein Dampf aufsteigt: so erscheint uns um das Licht ein, jenen Höfen ähnlicher Ring. Dieselbe Erscheinung hat man, wenn man Abends von Außen durch ein mit Thau beschlagenes Fenster nach dem Lichte in der Stube sieht. — So sind denn wohl Dünste zwischen uns und den genannten Weltkörpern (also in unserer Atmosphäre), welche machen, daß wir jene Weltkörper, wie von Kränzen umgeben, erblicken. In den Dünsten unserer Atmosphäre bricht und theilt sich dann das Licht der Sonne u. s. w. so, daß uns von diesem Punkte diese, von einem andern jene Farbe zurückgeworfen wird. In wiefern hat es wenigstens ein e Grund, bei diesen Erscheinungen Regen zu erwarten? — Das wohl; denn sie zeigen sich, wenn die Luft von ziemlich dünnen und zwar gleich-

förmig verbreiteten Dunsttheilchen erfüllt ist, da wir durch diese den leuchtenden Weltkörper doch ja noch ziemlich deutlich wahrnehmen können. Auf jeden Fall aber sind viele zersetzte Dünste da, und so kann wohl Regen erwartet werden.

Das sogenannte Wasserziehen der Sonne, ähnlich der Erhellung des Staubes in einem sonst ziemlich dunkeln Zimmer, wenn durch eine Oeffnung Sonnenstrahlen hineinfallen. Wolken haben auch Oeffnungen. Wenn durch diese die Sonnenstrahlen fallen, und feine Dünste, vielleicht auch niederfallende Regentropfen, treffen: so können sie wohl auch solche Erscheinungen hervorbringen.

Die Nebensonnen und Nebenmonde sind der Sonne oder dem Monde ähnliche Scheine oder Bilder, jedoch in unserm Dunstkreise befindlich. Zuweilen sehen wir sie über Sonne und Mond, zuweilen neben ihnen. Durch Brechung oder Zurückwerfung des Lichts entstehen sie wohl jedenfalls. Wie aber? — ob bloß (wie vielleicht die Fata Morgana's) in besonders für solche Strahlenbrechung oder Zurückwerfung geeigneten Luft- oder Dunstschichten diese Bilder ihr Entstehen haben, oder (wie man auch meint) in einer Menge kleiner Eisblättchen oder Nadeln, worin sich jene Weltkörper abspiegeln — ist noch nicht ausgemacht.

Nun zu einer Erscheinung, welche zu den prachtvollsten Schauspielen der Natur gehört. Das ist der Regenbogen. Dieser zeigt sich uns am Himmel in einem bald größern, bald kleinern Theil eines Kreisrandes (Bogens) mit den 7 Grundfarben des Sonnenlichtes, wie das gläserne Prisma sie an der Wand darstellen kann, auch in derselben Ordnung, nur so, daß die rothe Farbe die oberste (äußere) und die violette die unterste (innere) ist. Wir sehen sie Vormittags nach Westen, wenn daselbst der scheinenden Sonne gegenüber eine Regenwolke sich befindet, und Nachmittags gegen Osten hin, wenn daselbst die Regenwolke ist, und im Westen die Sonne scheint. Wir müssen in beiden Fällen zwischen der Sonne und der Wolke uns

befinden, und der letztern das Gesicht zukehren. Der Regenbogen ist ein Bogen eines Kreises, dessen Mittelpunkt wir finden, wenn wir uns eine gerade Linie denken, die von dem Mittelpunkte der Sonne durch unser Auge bis an den Theil des Himmels geht, wo die erwähnte Regenwolke ist. Dieser Theil des Himmels kann die Regenbogenwand genannt werden (das wäre so die Wand im dunklen Zimmer). Die Linie vom Auge bis zum Mittelpunkt bildet mit der graden Linie, die vom Auge bis zum Rande des Regenbogens gezogen werden kann, allemal einen Winkel von reichlich 42 Grad. Des Regenbogens Mittelpunkt könnten wir allenfalls sehen, wenn grade zur Zeit des Sonnenauf- oder Untergangs ein Regenbogen zu sehen wäre; zu jeder andern Zeit ist der Mittelpunkt uns unter dem Horizont. Je höher die Sonne steht, desto tiefer steht dieser Punkt und desto tiefer und kleiner ist auch der uns sichtbare Regenbogen; ist sie gar 42 Grad und darüber höher, so kann uns gar kein Regenbogen erscheinen; daher haben wir in den längsten Sommertagen von 9 Uhr Vormittags bis 3 Uhr Nachmittags nie einen Regenbogen. Warum sehen wir auch nie einen Regenbogen grade nach Norden und nach Süden? —

Das Angeführte ist das, was die genaue Beobachtung des Regenbogens ergiebt. Wie aber erklärt sich das? — Wenn man mit einer Feuerspritze Wasser in die Höhe spritzt, so bemerkt man von einer gewissen Stelle aus in den herunterfallenden Regentropfen ebenfalls die Regenbogenfarben, besonders wenn man die fallenden Tropfen gegen einen dunklen Grund ansieht. Aehnliches sieht man bei den Wasserfällen, wo das fallende Wasser sich in eine Menge Tropfen zertheilt. So sind es demnach die fallenden Regentropfen (diese gegen die dunkle Wolke betrachtet), in welchen sich die Sonnenstrahlen so brechen, daß sie in ihre Bestandtheile, d. i. Farbenstrahlen, zerlegt und als solche in unser Auge zurückgeworfen werden. — Ich denke mir ein-

mal einen einzigen dieser kugeligen Tropfen. Denselben trifft ein Sonnenstrahl so, daß er beim Eingang gebrochen und in seine Farbenstrahlen getrennt wird. Letztere gehen unter verschiedenen Brechungswinkeln in den Tropfen hinein, und werden an der Grenze desselben unter neu verschiedenen Winkeln — freilich geschwächt, weil ein Theil wohl hinausgeht — zurückgeworfen. Sie treffen an einer andern Stelle die Grenze und kommen — abermals gebrochen und etwas mehr geschwächt — aus dem Tropfen heraus. Da kann denn unser Auge solche Stellung haben, daß einer (freilich auch nur einer) dieser Farbenstrahlen in dasselbe fällt, indem die übrigen 6 es nicht treffen. Ist jener der rothe Strahl, so sehen wir die rothe Farbe, und diese nimmt nach richtiger Beobachtung allemal dann eine Richtung zu unserm Auge, die mit der Centrallinie der Sonne durch das Auge einen Winkel von reichlich 42° bildet; denn ein Strahl, der mit dieser Centrallinie einen größern oder kleinern Winkel macht, giebt dem Auge nicht die rothe, vielleicht gar keine, Farbe. — Es kann der Tropfen auch solche Lage gegen das Auge haben, daß der violette Strahl dasselbe trifft, und das wird der Fall sein, wenn der zurückgeworfene Strahl in dem Auge mit der Centrallinie der Sonne einen Winkel von etwas mehr als 40° bildet. Die rothe Farbe ist ja nun allemal der äußere und die violette der innere Rand des Regenbogens, jener sonach 42 und dieser 40° Himmelsbogen vom Mittelpunkt des Regenbogenkreises entfernt, so daß also die Breite des Regenbogens ungefähr 2° beträgt. Innerhalb dieser Breite sieht man die übrigen Farben, die ja denn über 40 und unter 42° vom Mittelpunkt des Regenbogens entfernt sind. — Daraus ergiebt sich auch, daß der Regenbogen uns in einem Kreisbogen erscheinen muß, in welchem dieselbe Farbe überall gleiche Entfernung vom Mittelpunkt desselben hat. Denken wir uns nun, um es uns mehr zu verdeutlichen, die rothen Strahlen zusammengenommen, die da ins Auge fallen würden, wenn wir den

ganzen Regenbogenkreis sehen könnten, so würden die die krumme Oberfläche eines Kegels bilden, dessen Grundfläche ja ein Kreis wäre, den die rothe Farbe begrenzt. So würde es mit der nächst angrenzenden dunkelgelben Farbe und mit jeder andern auch gehen. Daher muß uns (da wir einmal das Ganze nicht sehen) der Regenbogen wohl in einem Kreisbogen erscheinen. — Auch so folgt es: Fällt die rothe Farbe nur in unser Auge von einer Stelle, die von dem Mittelpunkt, den uns die eben gedachte Centrallinie von der Sonne durch unser Auge zeigt, 42 Grad entfernt ist: so ist diese Farbe selbst ja überall gleich weit vom Mittelpunkt entfernt, d. i. sie bildet einen Kreis. — Wie aber kann das angehen, da die fallenden Regentropfen, worin die Strahlen gebrochen werden sollen, ja keinen Augenblick auf derselben Stelle bleiben? — Das geht doch, denn die wegfallenden Tropfen werden so schnell durch neue wieder ersetzt, daß das Auge nur eine ununterbrochene Dauer gewahr werden kann.

Woher kommt's, daß der Regenbogen im Sommer uns mehrere Tagesstunden nie erscheint? — Weil die Centrallinie von der Sonne durch unser Auge von einer zu großen Höhe herabkommt, daher durch einen Theil unsrer Erde hindurch muß, um die Regenwand zu treffen, und der Treffpunkt (Mittelpunkt) dann tiefer als 42 Grad unter dem Horizont sein wird. Ueberhaupt sehen wir ja einen um so viel größern Theil des Regenbogenkreises, je tiefer die Sonne steht und einen je höhern Standpunkt wir eingenommen haben. Wie hängt es mit dem letztern zusammen? —

Zuweilen sehen wir nur einen kleinen Theil eines Regenbogens, obwohl die Sonne noch tief genug steht, auch sehen wir wohl mehrere abgebrochene Stücke davon? — Dann fallen nicht überall, woher der Regenbogen uns erscheinen müßte, Regentropfen. Solche unterbrochene Regenbogenstücke nennt man Regengalle.

Man sagt wohl: Jeder Mensch hat seinen besondern

Regenbogen, und wenn derselbe Mensch seinen Platz verändert, so hat er auch gleich einen andern Regenbogen, ja gar, wenn er auf demselben Platze bleibt, so ist das so. Was hat das für Grund? — die mehrgedachte Centrallinie nimmt, sobald wir unsern Platz verändern, also auch für Menschen an verschiedenen Stellen, eine andere Richtung, und so bekommt der Mittelpunkt an der Regenwand eine andere Stelle. Die Sonne erhält auch jeden Augenblick gegen uns (wegen der Erdumdrehung) eine andere Stelle; daher wird selbst auch, wenn wir den Platz behalten, der Regenbogenstand für uns stets ein anderer.

Wann sind die 7 Farben des Regenbogens um so deutlicher von einander zu unterscheiden? Je dunkler die Wolke der Regenwand (— das dunkle Zimmer für den Versuch mit dem Prisma) —.

Man sieht oft über dem Hauptregenbogen noch einen zweiten mit schwächern Farben in umgekehrter Ordnung, so daß z. B. der innere Rand durch die rothe Farbe gebildet wird. Das wäre ein Nebenregenbogen. Das erklärt man sich aus einer zweimaligen Zurückwerfung des Lichtstrahls innerhalb des Regentropfens. Es gehen ja Strahlen von der Sonne — nach jedem Punkt derjenigen Seite der Tropfenkugel, die der Sonne zugekehrt ist, und so werden die Einfallswinkel sehr verschieden. Da werden denn auch Punkte getroffen, wo die Strahlen auf solche Art gebrochen in den Tropfen hinein gelangen, daß sie erst nach zweimaliger Zurückwerfung wieder — ebenfalls gebrochen — herauskommen, wovon denn möglicherweise einer in einer bestimmten Farbe das Auge trifft. Ist es die rothe Farbe, so ist der Winkel, den er mit der Linie vom Auge nach dem Mittelpunkt des Regenbogens bildet, 51°; und ist es die violette, so der Winkel 54°, und also die Ordnung der Farbe die umgekehrte. — Beide Regenbogen bilden sodann concentrische Kreise. Wie viele Grade ist der Abstand des einen von dem andern? — Woher im letztern Fall die

schwächere Farbe? — Bei jeder Zurückwerfung des Strahls geht etwas verloren — fährt aus dem Tropfen, oder zerstreut sich —, darin liegt die Ursache.

Daß es auch Mondsregenbogen giebt, lehrt die Erfahrung, und zugleich, daß deren Farben schwächer sind. Umstände und Ursachen sind hier die oben bezeichneten.

Das wäre denn das Wichtigste und für euch Faßlichste von dem Lichte, womit Gott seine herrlichen Werke ausgestattet hat, dessen Wohlthätigkeit wir bereits (§. 21.) im Allgemeinen angedeutet haben. Erkannte ja auch schon Noah in dem schönen Farbenspiel des Regenbogens die göttliche Gnade und Verheißung, und schöpfte daraus Hoffnung für sich und seine Nachkommen nach den Tagen der Angst und Gefahr. Möge auch uns der Anblick des Herrlichen in dem Werke unsres Gottes mit Glauben an ihn und seine Vatergüte erfüllen, wenn etwa Noth und Sorgen uns drücken oder vorübergegangen sind. Gott lebt ja noch — was sorgst du denn?

§. 65.

Electrisirmaschine. + E, — E und 0 E. Verstärkungsflasche der Electricität und electrische Batterie. Electroscop und Electrometer. Electrische Thiere und Steine.

Vorbemerk. Was in §. 23 und folg. über die Electricität bereits vorgekommen ist, werde hier in Erinnerung gebracht.

Das Reiben der electrischen Körper aus freier Hand, um Electricität zu erregen, ist sehr ermüdend. Das fand man bald. Auch bringt ein solches Reiben nicht leicht Electricität in besonderer Stärke. Daher sann man auf Hülfsmittel und fand Electrisirmaschinen, d. i. Werkzeuge, die das Reiben leichter und wirksamer machten. Zu einer solchen Maschine war nöthig:

1. ein durch Reiben zu electrisirender Körper, welcher meistens von Glas ist,

2. ein Reibzeug, gewöhnlich ein ledernes Kissen mit Haaren ausgestopft, und
3. ein isolirter Hauptleiter (Conductor), ein Körper, der die durch Reiben aufgeregte Electricität aufnimmt. Der zu electrisirende Körper ist entweder eine Kugel oder Scheibe oder ein Cylinder (jedenfalls von Glas). Danach giebt es Kugel-, Scheiben- und Cylindermaschinen. Dieser Körper (sei er Kugel u. s. w.) ist so angebracht, daß er wie ein Rad um seine Axe gedreht werden kann. An denselben wird das Reibzeug mittelst metallner Druckfedern angedrückt, so daß beim Umdrehen die erforderliche Reibung entsteht. Kugel (oder Scheibe oder Cylinder) und Reibzeug sind beide Nichtleiter. Jene — wollen wir den Hauptnichtleiter nennen. Beide erhalten bei der Umdrehung aufgeregte Electr. Von beiden kann der Conductor Electricität aufnehmen, d. i. entweder von dem einen oder dem andern, je nachdem er gestellt ist. Damit dieses leichter geschehe, ist der Conductor, der sonst überall abgerundet ist, damit er die aufgenommene Electr. nicht zu leicht fahren läßt, mit sogenannten Saugespitzen versehen, entweder metallenen oder mit Quasten, die beim Gebrauch entweder dem Hauptnichtleiter oder dem Reibzeug zugekehrt sind. Der Conductor ist gewöhnlich von Messing, oder Eisen- oder Kupferblech, oder auch wohl von Pappe mit Staniol oder Goldpapier überzogen. Er ruht auf einem Isolirgestell, damit er die empfangene Electr. nicht unmittelbar wieder fahren läßt. Nähert man ihm, wenn er electrisirt ist, z. B. den Knöchel eines Fingers oder einen andern Leiter, so sieht man einen mit einem Geräusch verbundenen Funken. Genaue Beobachtungen sollen gar ergeben haben, daß zwei Funken einander entgegen fliegen, der eine aus dem Conductor, der andere aus dem ihm sich nähernden Leiter, was aber wegen der ungeheuern Schnelligkeit wohl zu schwer sich unterscheiden läßt.

Als Erfinder der Electrisirmaschine, die eine Kugelma-

schine war, ist der Erfinder der Luftpumpe, Otto von Guerike, bekannt. Die Scheibenmaschine, die man für die bequemste im Gebrauch und für die wirksamste hält, soll von dem Italiener Planta im J. 1760 zuerst verfertigt sein. Bei dieser Art ist ein doppeltes Reibzeug, für jede Seite der Scheibe eins, erforderlich, oder das eine muß so eingerichtet und angebracht werden, daß es auf beiden Seiten angedrückt werden kann. — Man hat auch andere als Glas-Electrisirmaschinen, und sie überhaupt von verschiedener Einrichtung.

Durch Hülfe der Electrisirmaschine hat man unter andern Folgendes gefunden:

Wenn man 2 glatt abgedrehte Korkkügelchen an seidene Fäden neben einander hängt und so vermittelst des Conductors, welcher gegen das Glas oder den Hauptnichtleiter gerichtet ist, electrisirt: so stoßen sie sich einander ab (sie fahren aus einander), und um so stärker, je mehr sie electrisirt werden.

Wird der Conductor dem isolirten Reibzeug zugewandt, und ertheilt die von diesem empfangene Electr. den beiden Korkkügelchen mit: so stoßen sie sich ebenfalls einander ab.

Wird aber das eine dieser Kügelchen durch das Glas, das andere durch Reibzeug electrisirt: so ziehen diese Kügelchen sich an und kommen darauf gleich wieder in den unelectrisirten Zustand, dieses jedoch nur völlig, wenn sie beide ungefähr gleich stark electrisirt sind; ist aber das eine Kügelchen merklich stärker electrisirt, so stoßen sie sich gleichfalls wieder ab.

Ganz dieselben Erscheinungen haben wir, wenn wir erstens beide Kügelchen durch Glas, dann beide durch Siegellack, und darauf das eine durch Glas und das andere durch Siegellack electrisiren.

Es scheint demnach, daß durch das Glas dem Korkkügelchen eine andere Art Electr. mitgetheilt worden ist, als durch das Reibezeug (und Siegellack), und so gäbe es denn

mehr als eine Art Electr., wie denn zwischen der durch Glas und der durch Harz mitgetheilten Electr. derselbe Unterschied sich zeigt.

Diese Entdeckung machte der Franzose du Fay zuerst (J. 1733).

Er nannte die eine Art Glaselectricität und die andere Harzelectricität. Da beide Electricitäten sich gegenseitig vermindern oder gar aufheben, wie das bei entgegengesetzten Größen der Fall ist, so könnte man sie positive und negative Electr. nennen. Der Erfinder des Blitzableiters, Franklin, belegt auch mit jenem Namen die Glaselectricität und mit diesem die Harzelectricität, und meinte damit, die Electr. bestehe nur aus einem einzigen Stoffe, und da sei die positive Electricität nichts anderes als ein Ueberfluß und die negative ein Mangel an electrischer Materie. Lichtenberg bezeichnete die positive Electricität mit + E und die negative mit — E, und der Physiker Symmer hielt das + E und — E für die 2 Bestandtheile einer Materie, ja, eines jeden Körpers, die in Ruhe oder gebunden seien, sobald die gehörige Mischung beider Statt fände, sonst aber electrische Wirkungen zeige. Gebundene Electricität bezeichnet er mit 0 E, wie wir das auch thun können.

Wie dem aber auch sein mag, so lehrt die Erfahrung:

Körper mit gleichnamiger Electr. stoßen sich ab, die mit ungleichnamiger ziehen sich an, d. i. + E wird durch + E und — E durch — E abgestoßen, dagegen + E von — E und — E von + E angezogen.

Indem das an einem seidenen Faden hängende Korkkügelchen electrisirt wird (mag es positiv oder negativ sein) wird es vom Conductor ꝛc. angezogen. Das Kügelchen hat aber vorher ja 0 E. Daher folgt noch:

+ E und 0 E, sowie — E und 0 E ziehen einander an.

Das lehren Versuche sonst auch, daß Körper mit gleichnamiger Electr. um so weiter sich zurückstoßen, je stärker die Electr. aufgeregt ist.

Wenn 2 gleichnamig electrisirte Korkkügelchen, wovon das eine größer ist als das andere, neben einander hängen, so wird das kleinere weiter zurückgestoßen als das größere. So ist es umgekehrt mit der Anziehung, wenn beide entgegengesetzt electrisirt sind — wie nämlich? — Wer erinnert sich dabei nicht an die gegenseitige Anziehung zwischen Sonne und Erde und zwischen Erde und Mond? Von welcher Seite her geschieht in jedem der beiden Fälle die größere Annäherung? —

Ob wirklich die Electr. als ein Ganzes angesehen werden kann, wovon + E und — E die Bestandtheile, welche beide, wenn im gehörigen Verhältniß vereinigt, in Ruhe oder unmerklich (0 E) sind? — So viel wir können, wollen wir das sehen.

Würde in einem und demselben Körper immer nur Eine Art (entweder + E oder — E) aufgeregt werden können, die andere nie, so müßte jene vorher für sich allein in Ruhe gewesen sein können ohne die andere, und es wäre die Sache zweifelhaft. Dann paßten eher noch auch die Namen Glas- und Harzelectricität. Da lehrt nun die Erfahrung z. B.: Wird glattes Glas mit Haarkissen oder Wollenzeug gerieben, so zeigt sich bei dem Glase + E; wird es mit einem Katzenfell gerieben, so zeigt sich — E. Eine geschliffene Glasröhre mit der trockenen Hand gerieben, giebt ebenfalls — E. Daraus scheint hervorzugehen: Gleichartige Körper mit verschiedenen Sachen gerieben, zeigen oft ungleichnamige Electricitäten. Also müssen wohl vorher beide Arten der Electr. in ihnen vereinigt gewesen sein, und es paßt sonach der Name Glas- und Harzelectr. nicht. — Man kann mehrere Körper in solcher Folge angeben, in welcher der einzelne Körper mit einem der ihm vorhergehenden gerieben, — E, und mit einem ihm (in der Reihe) nach-

folgenden, + E zeigt. Folgende Ordnung schon giebt das an die Hand: Katzenfell, Diamant, Kaninchenfell, Hasenfell, Turmalin, Glas, Wolle, Papier, weiße Seide, Siegellack, Bernstein, Schwefel —. Daher, wenn z. B. Siegellack mit Papier, so — E, Papier mit Glas, auch — E; wogegen Papier mit Bernstein + E u. s. w. — Hier steht also der Symmerschen Annahme von 2 Bestandtheilen noch nichts im Wege.

Wenn wir beide Körper, den, der gerieben wird, und den, mit dem man reibt, isolirt, und dann reibt, so zeigt sich gleichzeitig in dem einen + E und in dem andern — E aufgeregt, als: Wenn Bernstein mit Glas, so in Bernstein — E und in Glas + E ꝛc. Das geht wahrscheinlich so zu: Das aufgeregte (etwa) + E in dem einen wirkt anziehend und somit aufregend auf das ihm befreundete — E in dem andern Körper, indem es das + E dieses letztern zurückdrängt. — Sonach wären in jedem Körper beide Electricitäten vorhanden; nur daß nach Aufregung die eine hervorgezogen und die andere zurückgedrängt (diese daher unmerklich) wäre.

Auch folgende Erfahrung kann uns hier vielleicht zu einer Schlußfolge veranlassen: Man electrisire durch Reiben eine Glasröhre und eine Siegellackstange, so daß in jener + E und in dieser — E frei wird. Ein Korkkügelchen nun zwischen beiden Körpern isolirt aufgehängt, wird von jedem derselben wechselsweise angezogen und abgestoßen werden. Die Glasröhre zieht das Kügelchen an, theilt ihn + E mit und stößt es darauf, als mit ihr gleichartig electrisirt, wieder ab. Jetzt zieht die Siegellackstange, welche — E hat, es (das Kügelchen) an, und theilt ihm, indem sie ihm etwas + E entzieht, — E mit, so daß beide nun gleichartige Electr. (— E) in verhältnißmäßig gleichem Grade erhalten. Das Kügelchen wird wieder abgestoßen, von der Glasröhre angezogen, erhält + E und theilt dagegen etwas — E wieder mit. Beide, Glasröhre und Kügelchen, sind

nun gleichnamig electrisirt (mit + E) und letzteres wird abgestoßen. — So wird das Kügelchen hin und her gestoßen und bei jedesmaliger Annäherung an die Glasröhre etwas — E, an die Siegellackstange aber etwas + E abgegeben, und das so lange, bis zuletzt alle Zwischenbewegung aufhört, welches einen Beweis giebt, daß sich nunmehr + E mit — E und — E mit + E gesättigt hat. — Auch hier zeigt sich das Bestreben, das Gleichgewicht zwischen + E und — E bis zu dem Grade herzustellen, daß 0 E (Ruhe der Electr.) entsteht.

Noch ein Versuch —. Man theile dem einen von 2 isolirt neben einander hangenden Korkkügelchen + E und dem andern möglichst eben so viel — E mit. Diese ziehen sich an, stoßen sich aber gleich wieder ab, und bleiben in Ruhe (es ist 0 E hergestellt), weil beide Electricitäten sich im gehörigen Maaße vereinigt und gesättigt haben. — Hat aber das eine Kügelchen verhältnißmäßig mehr Electr. als das andere empfangen, so verliert sich die Art der Electr., die im geringern Grade aufgeregt war, ganz; die stärker vorhandene aber vertheilt sich auf beide Kügelchen gleichmäßig, so daß beide gleichartig electrisirt sind, beide + oder beide — E haben.

So möchte es denn wahr sein, daß beide Electricitäten Bestandtheile einer und derselben Materie sind.

Ehe wir fragen, wie man sich das Anziehen des 0 E und + E, des 0 E und — E u. s. w. vielleicht erklären kann, wollen wir noch an einem Beispiel die verschiedenartige Erscheinung des + E und — E uns vorzuhalten suchen. Es werde der Conductor der Electrisirmaschine positiv electrisirt. Man stecke eine Metallspitze auf den Conductor, und — man sieht im Dunkeln aus der Spitze, wenn man ihr einen Leiter nähert, einen auseinander fahrenden (divergirenden) Strahlenbüschel. — Darauf electrisire man einen andern Conductor negativ (mittelst des Reibzeugs), stecke ebenfalls eine Metallspitze darauf, und nähere derse-

ben einen Leiter (Fingerknöchel etwa): alsdann sieht man statt des Büschels einen electrischen Stern.

Erklärungsversuch — und zwar wie —, daß das Reiben zwischen Hauptnichtleiter und Reibzeug der Electrisirmaschine in diesen beiden Nichtleitern verschiedene Arten der Electr. aufregt? — Die Electr. ist ein in denselben ruhender Stoff, der wird aufgeregt, und wenn nun im Glase besonders + E hervortritt, so zieht dies das — E des Reibzeugs nach sich hin, indem es das + E desselben zurücktreibt. Das — E des Reibzeuges dagegen treibt das — E des Glases zurück. Doch kann sich + E des einen Nichtleiters nicht völlig mit — E des andern vereinigen, weil jenes vom eignen — E, und dieses vom eignen + E auch angezogen wird. Diese letztere Anziehung kommt auch völlig zu Stande, sobald die Maschine still steht, so daß dann die Electr. hier wieder auf 0 E kommt.

Wie steht es um das Mittheilen der Electr. an Leiter und durch Leiter derselben? — Auch dem Leiter ist die Electr. ein inwohnender Stoff (ist sie ein Bestandtheil), nur gewöhnlich in Ruhe (0 E). Das durch Reiben frei gewordene + E des Glases der Electrisirmaschine wirkt auf E in dem isolirten Conductor, zieht dessen — E an sich und läßt da das + E zurück, d. i. der Conductor ist positiv electrisirt geworden. Sonach hat der Conductor nicht + E mitgetheilt erhalten, sondern sein — E abgegeben; daher ist jenes frei geworden. Wird dem Conductor ein anderer isolirter Leiter nahe gebracht, so zieht jener des letztern — E an sich, dessen + E dann frei wird —. Warum muß der Conductor isolirt sein? — Wenn das nicht, so giebt er sein — E allerdings an das Glas ab, zieht aber, was er abgiebt, gleich wieder aus der Erde an sich, und zeigt somit keine electrische Wirkungen.

Mit der sogenannten Mittheilung des — E des Reibzeuges geht es umgekehrt ebenso. Es zieht das + E des Conductors an sich und macht da — E frei —.

Im Jahr 1745 füllte ein Herr von Kleist in Preußen eine Flasche mit Wasser und steckte in ihre Mündung einen eisernen Nagel. Diesen Nagel näherte er dem Conductor der Electrisirmaschine und electrisirte denselben. Darauf berührte er, indem er die Flasche in der einen Hand hielt, mit der andern den Nagel, und er erhielt eine heftige Erschütterung in den Gelenken der Arme. — Das ist die eigentliche Kleistische Flasche. Ungefähr um dieselbe Zeit kam Cunäus zu Leiden, wie auch der uns sonst bekannte Musschenbroek, auf eine ähnliche Flasche für electrische Versuche. Daher heißt diese in der einen Hinsicht die Kleistische, in der andern die Leidener Flasche. Man hat jetzt dazu Gläser mit etwas weiten Oeffnungen, inwendig und auswendig mit Goldblättchen oder Staniol (mit Leitern der Electr.) belegt, nur daß oben ein Rand von reichlich Einem Zoll frei bleibt. Die Mündung verschließt man mit einem Pappdeckel, durch dessen Mitte ein Metalldrath geht, der oben eine Kugel hat, um die unzeitige Ableitung der Electr. zu verhindern, und inwendig bis auf den Boden oder doch an die Belegung reicht. Den unbelegten Rand und den Pappdeckel überzieht man mit Siegellack.

Wenn man nun die Kugel des Metalldrathes dem Conductor der Electrisirmaschine nahe genug bringt, so kann man die Flasche so stark electrisiren, bis sie keine Verstärkung der Electr. mehr zuläßt. Das nennt man: sie laden. Es zeigt dann die innere Belegung +E und die äußere —E. Die Flasche kann bei der Ladung an der äußern Belegung angefaßt werden, und auch an der Erde stehen.

Wenn man die geladene Flasche etwa auf einen Tisch stellt, darauf mit der einen Hand das äußere Belege und mit der andern die Kugel (die ja mit dem innern Belege Zusammenhang hat) berührt, so bekommt man eine Erschütterung, besonders in den Gelenken der Arme, mehr oder weniger stark, nachdem die Flasche mehr oder weniger stark geladen ist. — Daher wird die Flasche auch wohl Er-

schütterungsflasche, und, weil sie eine große Verstärkung der electrischen Wirkungen möglich macht, auch Verstärkungsflasche genannt. — Es können auch mehrere Personen zugleich die electrische Erschütterung empfinden, wenn nämlich sie sich bei der Hand halten, die erste das äußere Belege der Flasche und die letzte die Kugel berührt. In beiden Fällen wird die Flasche entladen. Ueberhaupt wird sie entladen, wenn die äußere Belegung mit der Kugel durch einen Leiter verbunden wird.

Die Entladung kann man durch den sogenannten Auslader bewirken, ohne daß man erst nöthig hat, sich der unangenehmen Empfindung der obenerwähnten Erschütterung auszusetzen. Der Auslader ist gewöhnlich ein dicker bogenförmiger Messingdrath, der an jedem Ende eine kleine glatte messingene Kugel und von der Mitte aus einen nach außen gehenden gläsernen Handgriff hat. Bei dem letztern, der die Hand isolirt, erfaßt man das Werkzeug, hält das eine Endkügelchen an das äußere Belege und das andere an die Kugel der Flasche. Damit ist die leitende Verbindung zwischen Außen und Innen hergestellt und die Entladung bewerkstelligt.

Man kann auch mehrere Flaschen auf einmal laden und entladen. Man darf nur die Kugel derselben durch Metalldräthe mit einander verbinden. Es ist natürlich, daß, je mehrere Flaschen mit einander verbunden sind, sie auch um desto stärker electrisirt werden können. Daher läßt sich durch diese Art der Vorrichtung auch eine beliebig starke electrische Wirkung hervorbringen (der des Blitzes ähnlich). Eine solche Vorrichtung nennt man eine electrische Batterie, und den dadurch hervorgebrachten verstärkten Funken den Batteriefunken.

Wie hat man sich das Laden der Flaschen sowie das Entladen zu denken? — Die Flasche steht mit der Erde in leitender Verbindung. Die Kugel derselben kommt an den Conductor der Electrisirmaschine, und es geht vom in-

nern Belege das — E weg und das + E bleibt da zurück. Dieses + E wirkt durch das Glas hindurch, zieht das — E des äußern Beleges nach sich (was es, weil das Glas dazwischen, nicht kann) und stößt + E zurück (etwa in den Tisch ꝛc.), so daß das — E draußen frei ist, wie inwendig das + E. Daher darf man inneres Belege und äußeres nur durch einen Leiter (durch Menschen; den Auslader —) in Verbindung bringen, und — E draußen und + E inwendig vereinigen sich so, daß das Gleichgewicht hergestellt wird — mit oder ohne die electrische Erschütterung.

Hieraus erkennen wir auch, warum die Flasche nicht bis an die Mündung hin belegt sein darf — warum nicht? — Warum ist, wenn die angegebene Erklärung die richtige sein sollte, das Wort „Laden" und „Entladen" nicht im eigentlichen Sinne zu nehmen? — Wann würde man sagen können, die Flasche sei überladen? — Welche Folgen könnte dieses haben? —

Wenn man die Hand dem electrisirten Conductor der Maschine nur hinreichend nähert, ohne denselben erst zu berühren, so bekommt man schon den electrischen Schlag —. Je stärker der Conductor selbst electrisirt ist, in je größerer Entfernung erfolgt schon der Schlag. — So ist es auch bei den Verstärkungsflaschen. Wenn etwa nur das äußere Belege berührt wird, so wird schon bei Annäherung an die Kugel der Schlag erfolgen. — Die Entfernung nun von Conductor, Flasche ꝛc. bis wohin der davon ausgehende electrische Schlag sich erstreckt, nennt man die Schlagweite der Electricität. Auch die Luftelectricität (bei Gewittern) hat ihre bald größere, bald kleinere Schlagweite. Im luftleeren Raum soll die Schlagweite überhaupt größer sein, als im lufterfüllten, und so denn um so größer, je weniger dicht die Luft ist. Der Druck der Luft scheint auf die Schlagweite keinen Einfluß zu haben; denn ist sie z. B. in dem einen Raum durch Wärme verdünnt, in dem andern weniger warm aber eben so dünn, so ist die electr. Schlag-

weite in beiden Räumen gleich, obwohl der Luftdruck in dem erstgenannten Raum doch größer ist.

So wüßten wir demnach zweierlei, wovon die Schlagweite abhängt: von der Stärke (Menge) der aufgeregten Electr. im geraden, und von der Dichtigkeit der Luft im umgekehrten Verhältniß.

Ob sich die Stärke der freien Electr. auch bestimmen läßt? — In Etwas ja schon durch die Schlagweite bei bekannter Luftdichtigkeit. — Ob nicht vielleicht auch durch das Gewicht? — Dann müßte das Gewicht eines Körpers durch Mittheilung von Electr. vermehrt und durch Entziehung derselben vermindert werden. Dagegen sprechen Versuche und Erfahrung, so daß demnach die Electr. zu den unwägbaren Materien zu gehören scheint. Daher läßt sich von dieser Seite über Electricitätsmenge nichts bestimmen. — Im Allgemeinen indeß bestimmt schon oben angeführter Versuch mit den 2 Korkkügelchen, die beide gleichartig electrisirt werden, diese Stärke; denn je weitere Abstoßung, desto stärkere Electricität. Ein Werkzeug, wodurch im Allgemeinen diese Stärke bestimmt wird, nennt man Electroskop. Man hat solches in mehrfacher Art. — Um aber Electr. in größerer Menge und doch etwas genauer zu schätzen, dazu dient der eigentliche Electricitätsmesser oder Electrometer. Als Beispiel eines solchen werde hier nur Henley's Electrometer angeführt. Um das uns vorzustellen, denken wir uns einen Halbkreis von Elfenbein, der in Grade eingetheilt und mit seinem Durchmesser an einem die Electr. leitenden Stäbchen, als an einer aufrecht stehenden Säule, befestigt ist. An dessen Mittelpunkt ist ein Zeiger, der sich leicht um denselben dreht und unten in ein Kügelchen von Hollundermark sich endigt. Im ruhigen Zustande hängt der Zeiger pendelartig herunter. Wird aber das Werkzeug mit dem leitenden Fuß des Stäbchens auf den Conductor der Electrisirmaschine gesetzt und electrisirt, so erhalten beide, Säule und Zeiger, gleichartige und gleich starke

Electr.; der Zeiger wird abgestoßen und steigt, und das um so mehr, je stärker die Electr. wird.

Daß die Bewegung der Electr. eine sehr geschwinde ist, lehrt die Erfahrung; ob so schnell oder schneller gar als das Licht, und wie schnell denn —, ist so leicht nicht auszumachen. Doch will der Engländer Weatstone durch eine Vorrichtung in Kupferdraht herausgebracht haben, daß diese Geschwindigkeit (à Sec.) 62,000 deutsche Meilen betrage, also eine viel größere als die des Lichtes, sei (§. 61.).

Es giebt Thiere, welche electrische Kräfte zeigen. Streicht man die Haare der Katzen, auch der Hunde —, so sieht man leuchtende Funken und hört ein Knistern. Berührt man den Zitterrochen (den man im mittelländischen Meer findet) in der Gegend des Kopfes, so empfindet man eine Erschütterung, wie die von der Electrisirmaschine oder der Leidener Flasche. Der Zitteraal (in der Gegend um Amerika) macht das Wasser 15 Fuß um sich herum electrisch. Doch zeigen letztere beide nur so lange sie lebendig sind besagte Wirkungen.

Zu den electrischen Steinen gehört der Turmalin, der durch Erwärmung electrisch wird. Man nennt ihn auch Aschenzieher, weil er auf glühende Kohlen gelegt, Asche an sich zieht und wieder abstößt. Fast alle (harte) Edelsteine zeigen electrische Eigenschaften.

§. 66.

Nebel und Wolken. Wettersäule oder Wirbelwinde und Wasserhosen. Irrwische, Sternschnuppen, fliegende Drachen, Feuerkugeln und Meteorsteine. Hagel. Sogenannte Wunderregen. Polarscheine (Nord- und Südlichter).

Ueber die Wirkungen der atmosphärischen Electr. ist bereits das Wichtigste (§. 24 u. 25.) vorgekommen. (Das hier wiederholt.) Jetzt wollen wir uns einige Erscheinungen vergegenwärtigen, welche zum Theil mit Wirkungen der

Electricität in Verbindung stehen oder gar die Wirkungen selbst sind.

Wir haben bereits des Nebels und der Wolken erwähnt. Wie erklären wir uns nämlich das Entstehen dieser Erscheinungen? (s. §. 16.)

Der Nebel besteht aus feinen Bläschen, welche oft dem bloßen Auge schon, oft aber erst durch Hülfe eines Vergrößerungsglases sichtbar sind. Mit den Wolken ist es eben so. Nun sollte man denken, diese Wasserbläschen, welche sich einander so nahe sind, müßten jeden Augenblick zusammenfließen, und — niederfallen. Das geschieht aber nicht, oft schweben sie eine lange Zeit in der Luft. Wie hängt das zusammen? — Vielmals haben Nebel einen ganz eignen schwefelartigen Geruch. Daher muß den wässrigen Theilen etwas Fremdartiges beigemischt sein. Der Geruch hat viele Aehnlichkeit mit dem, den man empfindet, wenn die geriebene Glaskugel oder Walze uns merkliche electrische Wirkungen zeigt, auch in etwas mit dem des Wasserstoffgases. Das sind freilich ungesunde Nebel. Die Electr. des Glases ist meistens + E, und eben das will man überhaupt verspürt haben (wenn gleich zuweilen mehr ausgemacht sicher als in anderer Zeit), daß Nebelbläschen aufgeregte positive Electr. enthalten. Vielleicht, daß diese die Bläschen mehr gespannt erhält, und — weil lauter gleichnamige Electr. — auch macht, daß die Nebeltheilchen sich mehr abstoßen als anziehen. Dadurch würde denn bewirkt, daß sie nicht leicht zusammenfließen, und niederfallen. Vor dem Niederfallen ginge dann allemal erst die Electr. verloren. — Nicht anders wäre es sodann mit den Wassertheilchen der Wolke und dem Entstehen des Regens überhaupt und des starken Gewitterregens insbesondere. Daher, weil an leitenden Bergen die Wolken oft plötzlich ihre Electr. verlieren müssen (freilich auch, weil zwischen den Bergen die Wolkentheile zusammengedrängt werden) stürzen dort zuweilen Wasserströme herab.

Oft wird am Tage der Himmel wolkig und bezogen, und in der Nacht erst kommt der Regen. Woher das? Die Wolken schweben am Tage, von der Sonne erwärmt und leichter gemacht, oft höher; in der Nacht, wo sie dicht und schwerer werden, senken sie sich, weßwegen dann ihre Electr. leichter gegen die Erde abgeleitet wird, und so der Regen erfolgt.

Die aufgeregte Electr. zieht Körper an; unter welchen Umständen? — wissen wir von der vorigen Stunde her. Wenn nun eine Gewitterwolke nahe über der Erdoberfläche wegzieht, so kann sie wohl Staub und andere Sachen an sich ziehen und in die Höhe heben. Das findet man zuweilen, und zugleich, daß diese Sachen mit der Luft in Kreisen (schnellen Wirbeln) herumgetrieben werden. Ein solcher Wind heißt ein Wirbelwind, auch wohl Windhose, Landtrombe. Sobald er über dem Wasser entsteht oder auch nur fortgeht, wird er Wasserhose genannt. Ein allgemeiner Name dafür ist Wettersäule. Als bloßer Wirbelwind zeigt er sich auch manchmal, wann von einer Gewitterwolke nichts zu merken ist, und dann vielleicht, weil von verschiedenen Seiten her starke Winde an einer Stelle zusammentreffen, und in Kampf treten.

Im Ganzen ist das eine Luftmasse, die sich (gewöhnlich fortschreitend) um eine Axe bewegt, das eine Ende auf der Erde, das andere in einer electr. Wolke. Es giebt das Ansehen eines doppelten abgestumpften Kegels. Die Wolke nämlich senkt sich und bildet mit dem obern Theil der Säule einen umgekehrten, sowie der untere Theil gegen die Erde hin einen aufrecht stehenden abgestumpften Kegel bildet. Oben und unten ist sonach die beträchtlichste Weite, und in der Mitte die geringste, höchstens 10 Fuß Durchmesser. Die Wolke hagelt oder regnet oft in der Nähe der Wettersäule. Mögen im Wesentlichen Land- und Wasserhosen nicht verschieden sein, so zeigen sie sich doch auf den Meeren am häufigsten —, meist an den Küsten, in warmen Gegenden mehr

als in kältern, oft bei stillem Wetter und unbeständigen Winden, und gewöhnlich nachdem Gewitterwolken sich gezeigt haben. Seereisende wissen nicht genug von ihnen und den außerordentlichen Ereignissen dabei zu erzählen. Je nachdem die Säule über Land oder über Wasser sich zeigt, — danach besteht der untere Theil, außer Luft, bald aus festen Theilen, bald aus Wasser. Sie ist gewöhnlich in Fortbewegung, bald langsamer, bald schneller, in diesem Fall wohl 7—8 Meilen in der Stunde, in jenem mitunter so langsam, daß ein Fußgänger ihr folgen kann. Bald gehts in gerader, bald in gebrochener Linie, meistens in der Richtung von S. W. nach N. O. Sie hebt und senkt sich abwechselnd, zeigt sich inwendig hohl und gleicht im mittlern Theil einer gewundenen schraubengängigen Röhre, in welcher man deutlich Wasser, Staub, selbst Stroh, Blätter u. s. w. aufsteigen sieht, fast so, wie der Rauch sich in den Schornstein erhebt. Auf ihrem Wege richtet sie manche Zerstörung an, entwurzelt Bäume, zerreißt wohl ganze Häuser, setzt gar eine Kanone von ihrer Stelle, zieht besonders leichtere Sachen: Fische, Frösche, Vögel ꝛc. in die Höhe und mit sich fort, und gar Menschen — die sie auch wohl unbeschädigt wieder niedergesetzt hat —. Daß sie ganze Teiche ausleert und die Fische umherstreut, ist nichts Seltenes. Manchem Schiffe im Meer hat sie schon den Untergang bereitet; doch streicht sie auch mitunter unschädlich über Schiffe hinweg, so daß sie bloß eine tüchtige Wassermasse über selbige ergießt. Oft wird sie von starkem Getöse, mitunter von einem sausenden Laut, manchmal unter Blitzen oder sonst einem Leuchten begleitet. Auch hinterläßt sie zuweilen einen schwefelichten Geruch.

Ueber Ursache der bei diesem Naturereigniß vorkommenden Erscheinungen giebt Oerstedt im Wesentlichen Folgendes an:

Durch die kreiselnde Bewegung der Wettersäule streben alle Theile von der Axe weg, gegen den Umfang (die

Grenze) hin. Dieses veranschaulicht eine Mischung aus Wasser und so wenig feinem Sande, daß die Mischung durchsichtig bleibt. Diese sei in einer Flasche, die sich schnell um eine senkrechte Axe dreht. Das Schwerere geht auswärts, und hebt sich zugleich, weil es wegen der Wand der Flasche nicht weichen kann; das Leichtere bleibt bei der Axe. — Was nun die Wettersäule betrifft, so wird die Luft, je näher der Axe, desto dünner sein. Daher geht von der Erde (von unten) in die Säule hinein ein Strom von Luft oder Wasser oder Erde ꝛc., um das Gleichgewicht in dem luftverdünnten Raum wieder herzustellen. Stößt nun die Säule etwa auf ein Gebäude, so entsteht um dasselbe eine große Luftverdünnung, und es drängt die innere dichtere Luft Wände, Fenster, Dächer auswärts und besonders aufwärts. Das bringt Zertrümmerung. — Die Röhre in der Wettersäule wird durch die Centrifugalkraft gebildet (wie das?) und durch die Bewegung derselben um die Axe entsteht zugleich ihre Windung oder der Schraubengang. Diese Röhre, die von der Erde zur Wolke reicht, ist sehr lang; daher kann von unten nicht Luft genug zuströmen, um sie auszufüllen. Das macht, daß sich ein Theil der Wolkenmasse von oben nach unten in sie hineindrängt, was besonders von den der Axe nächsten Theilen der Wolke geschieht, dagegen von den entferntern Theilen weniger, und die entferntesten Theile werden, wie die schwereren Theile in obiger Flasche, eher nach oben als unten getrieben. — Daraus erklärt sich auch die Kegelform und Erweiterung des obern Theils.

Nach Oerstedt haben Wettersäulen auf das Entstehen des Hagels (dessen bereits §. 25. erwähnt geworden) besondern Einfluß. Einen Grund dafür findet er unter andern darin: Große Hagelschauer und mächtige Regengüsse begleiten die Wetter=, besonders die Wassersäulen. Hagelwetter verheeren meistens wohl lange, aber nicht eben breite Strecken fruchtbarer Gegenden, und die Wettersäulen schreiten ja auch meistens nur in die Länge fort. Dazu kommt,

daß die großen Luftverdünnungen in den Wettersäulen große Kälte erregen, welche von den Säulen auf ihrem Wege mit fortgeführt wird. Daher könnten denn wohl kleine Wassertheilchen, etwa im Aufthauen begriffene Schneetheilchen gefrieren. Würden diese dann gefroren mit den Wettersäulen fortgezogen, und es setzte sich hier eine Feuchtigkeit an und gefröre, und da eine, so könnten auf die Art sich Hagelkörner oder Stücke bilden, die aus verschiedenen Eisschichten beständen. — Indeß in den meisten Fällen sieht man nicht, daß die Hagelschauer in irgend einer Verbindung mit den Wettersäulen stehen sollten.

Arago (Mitdirector bei der Sternwarte zu Paris) stellt eine andere Ansicht über den Hagel auf. Er hält sich hier an Volta, nach dessen Theorie der Hagel so entsteht: Durch die Sonnenwärme und durch die zurückstoßende Kraft der Electr. auf der obern Fläche der Wolken entsteht eine große Luftverdünnung und danach starke Verdünstung. Letztere erzeugt eine solche Kälte, daß die nicht verdünsteten Wassertheilchen erstarren. Daher entsteht denn auch der Hagel meistens am Tage, mehr im Sommer als in andern Jahreszeiten. Die electr. Wolke macht den ersten Kern des Hagels mit sich gleichnamig electrisch, stößt ihn aufwärts; er fällt mit gefrorner Feuchtigkeit umgeben wieder auf die Wolke; diese stößt ihn wieder in die Höhe; er fällt vergrößert wieder herunter, und das geht so lange, bis das Gewicht des Hagels so groß ist, daß letzterer die zurückstoßende Kraft der Wolke überwindet und herunterfällt. Es kann sich auch treffen, daß in einiger Entfernung über der einen Wolke noch eine andere ist mit entgegengesetzter Electricität. Darum werden die gefrornen Wassertheilchen von einer Wolke zur andern gestoßen — wie das? — Dieses versinnlicht Arago so:

Zwei metallische Scheiben sind in geringer Entfernung horizontal über einander angebracht; die obere, etwa vermittelst eines Häkchens an den Conductor der Electrifirma-

schine aufgehängt, die untere entweder unmittelbar oder durch einen Leiter mit dem Boden in Berührung. Auf der untern Scheibe befindet sich eine beliebige Menge Kügelchen aus Hollundermark. Wird nun die Electrisirmaschine gedreht, so fliegen die Kügelchen, so lange das Drehen fortgeht, abwechselnd von der untern Scheibe gegen die obere, und von der obern gegen die untere — hin und her —. Dasselbe würde erfolgen, wenn die eine Scheibe negativ electrisirt würde, während die andere positive Electr. frei bekäme — (warum würde das dieselbe Wirkung geben?). Damit wäre denn die Aehnlichkeit mit den über einander stehenden entgegengesetzt electrisirten Wolken da. — Man kann auch eine einzige Scheibe nehmen, diese isoliren, dann auf sie jene Kügelchen oder Federschnittchen ꝛc. legen, und darauf sie stark electrisiren: alsdann werden die Körperchen sich erheben, eine Weile in der Luft schweben, sich etwas senken, wieder erheben u. s. f. Wenn das denn die Hagelkörner über der einen electrisirten Wolke wären, so würden sie sich bald so vergrößern können, daß sie niederfielen.

Was man sich unter Irrwischen zu denken pflegt, lehrt §. 55. Es scheinen die Flämmchen, woraus sie bestehen, oft plötzlich fortzuhüpfen, zu verschwinden und doch gleich wieder da zu sein. Vielleicht ist das nur ein Verschwinden der alten Flämmchen und ein Entstehen der neuen.

Auch in der obern Luft sieht man Abends oder Nachts nicht selten leuchtende feurige Flecke so, als seien es Sterne. Es giebt Zeiten, wo solche scheinbare Sterne häufig, und auch wo sie selten erscheinen. So hat man gar in einer Nacht gegen 500 gezählt, so weit der Gesichtskreis reichte. Sie schießen, wenn man sie erblickt, bald vorwärts, höher hinauf oder tiefer gegen die Erde, und verlöschen dann auch bald, letztere allemal ehe sie die Erde erreichen. Man nennt sie Sternschnuppen, und hält sie für ölichte, harzige Dünste, die sich in der obern Luft gesammelt, durch Bewegung in dieser, vielleicht auch durch Verbindung mit electri-

scher Materie, entzündet haben, und darauf, wann ihre brennbaren Bestandtheile verzehrt sind, niederfallen. Daß sie aber aus Dünsten in der obern Luft sich gebildet haben, wird dadurch zweifelhaft, daß sie (durch Messungen erkannt) in einer Höhe von 1 — 70 Meilen sich gezeigt haben sollen. Haben sie dem Anscheine nach (wahrscheinlich in Folge ihrer schnellen Bewegung von 3 — 5 Meilen à Sec.) einen Schweif hinter sich, so nennt man sie fliegende Drachen.

Dieselbe Bewandtniß hat es vermuthlich mit den sogenannten Feuerkugeln, d. i. kugelähnlichen Feuerklumpen, von denen die größern den Durchmesser des Vollmondes erreichen und gar noch übertreffen. Sie erscheinen auch in ganz verschiedener Höhe, man sieht sie z. B. ungefähr 1000 Fuß, auch aber wohl 60 Meilen hoch. Ihre Bewegungsgeschwindigkeit ist auch verschieden und reicht auf 3 Meilen à Secunde. Ihre Richtung nehmen sie immer gegen den Horizont herab, wogegen die Sternschnuppen nach allen Richtungen hin sich bewegen. Ihre Spur bezeichnen sie meistens mit einem hinter ihnen her leuchtenden Streifen. Sie entschwinden dem Auge gewöhnlich schon nach einigen Secunden, zuweilen aber erst nach einer Minute und darüber. Das Verschwinden erfolgt entweder ganz ohne Geräusch (vielleicht weil sie zu weit entfernt sind) oder sie zerplatzen mit mehr und weniger heftigem Knall, welcher mitunter donnerähnlich nachhallt. Man sah z. B. 1719 zu Bologna eine Feuerkugel von der Größe des Vollmonds und mit dem Glanze der aufgehenden Sonne. Sie zersprang mit heftigem Knall unter einem weit verbreiteten Schwefelgeruch. Eine andere (J. 1762) wurde in einem großen Theil Deutschlands gesehen, und zersprang zu Potsdam in einer Höhe von 4 Meilen mit starkem Knall. Ueber Paris zersprang 1771 eine mit solchem Knall, daß man ein Erdbeben zu vernehmen glaubte, indem Fenster und Hausgeräthe in Erschütterung geriethen.

Mit dem Zerplatzen der Feuerkugeln in Verbindung

will man auch verschiedentlich ein Herabfallen einer Menge von Steinen oder Eisenmassen (einen Steinregen) wahrgenommen haben. Meteorsteine (Steine des Weltraums, des Himmels) nennt man solche. So sah man den 26. April 1803 zu l'Aigle in Frankreich eine brennende Kugel mit großer Geschwindigkeit durch die Luft sich bewegen. Mehr als 30 Lieues um diese Stadt hörte man gleich ein heftiges Gekrach, auch 3 bis 4 Schläge, wie Kanonenschüsse, und sonstiges Getöse, das 5 bis 6 Minuten dauerte, während deß die Feuerkugel verschwand, und unter heftigem Geprassel Steine herabfielen, die einen beträchtlichen Landstrich bedeckten. Man soll nachher 2 bis 3000 Steine gefunden haben, wovon der schwerste $17\frac{1}{2}$ *U.* und der kleinste 2 Quentchen wog. Alle waren brennend heiß herabgefallen und allmählich verhärtet. Sie rochen stark nach Schwefel und gaben einen Dampf von sich. — Im Elsaß fiel 1492 ein 260 *U.* schwerer Stein, der in der Kirche der kleinen Stadt Ensisheim aufbewahrt wird. Es sind jedoch nach und nach Stücke davon abgeschlagen worden. Die 1751 zu Agram (in Kroatien) niedergefallenen 2 Eisenmassen wogen 71 und 16 *U.* — Ueberhaupt enthalten die niedergefallenen Steinmassen keine andere als solche Bestandtheile, die auf der Erde auch sonst sind (z. B. Eisen, Nickel, Kobalt, Talkerde, Kiesel, Schwefel u. s. w.), aber in der Verbindung, in der die Meteormassen sie enthalten, sind sie auf der Erde nicht gefunden worden.

Wenn gleich das, was man gewöhnlich Sternschnuppen nennt, von den Feuerkugeln in der Erscheinung sich unterscheidet, so wäre es doch möglich, daß beide ihrem Ursprunge nach wesentlich mit einander überein kämen. So sieht man es in jetziger Zeit meistens auch an und benennt sie zusammen mit dem Namen Sternschnuppen. — Ueber ihr Entstehen denkt man auf verschiedene Art. Man sieht sie nämlich an:

1) als der Erde angehörig (terrestrisch), und in die-

sem Falle entweder als vulkanische Auswürfe der Erde, oder als Erzeugnisse der atmosphärischen Luft (— als sich in der Luft sammelnde — s. oben — „ölichte, harzige Dünste ꝛc.“); —

2) als vom Monde ausgehend (lunarisch), etwa vulkanische Mondauswürfe —; welche aber mit solcher Kraft vom Monde gegen die Erde an geworfen werden müßten, daß sie, über 7 Erdhalbmesser (s. §. 44.) vom Monde entfernt, in den Attractionsbezirk der Erde kämen —, was aber schwer anzunehmen ist; —

3) als dem großen Weltraum angehörig (kosmisch), hier so entstanden, wie die Welten sonst, durch das Schöpfungswort, und sonach Ueberbleibsel von der Schöpfung her, die — wie der Mond um die Erde — etwa kreiseten um irgend einen Weltkörper, etwa die Erde, den Mond, vielleicht unmittelbar um die Sonne selbst —, und durch irgend eine Störung (etwa innere Erglühung, Entzündung — aus ihrer Lage gebracht, der Erde so nahe, daß sie deren Anziehungsgewalt völlig unterworfen würden. — Dies ist im Allgemeinen die Ansicht, die in neuerer Zeit die gewichtvollsten Stimmen für sich zu haben scheint, eine Ansicht, die auch dadurch für sich gewinnt, daß, wie in den letzten Jahren besonders erkannt und zur Gewißheit erhoben worden, in bestimmten Nächten des Jahres die Sternschnuppen in großer Zahl sichtbar werden. Zu diesen Nächten gehören vorzüglich die vom 11. bis 13. Novbr. In diesen Nächten will man einmal, wie Arago sagt, 30,000 Sternschnuppen gezählt haben, die aus einer einzigen Himmelsgegend herabgestürzt sind. Er vermuthet, daß die Sternschnuppen einen Gürtel bilden, der aus Millionen besteht, deren Bahnen mit der Ebene der Ekliptik gegen die Stelle hin zusammentreffen, welche die Erde jährlich in jenen Novembertagen einnimmt, und daß dieses Zusammentreffen gerade auf der von der Sonne abgekehrten Seite der Erde (also der Nachtseite) geschehe, so daß Attraction der Sonne und der Erde

dann gemeinschaftlich sie zur Erde hinziehen. — Wenn das, so könnten alsdann allerdings gerade nach der Nachtseite der Erde hin viele Sternschnuppen fallen. — Auf solche Art wären die fallenden Sternschnuppen ja eine wirkliche Eroberung, welche die Erde machte —.

Was man mitunter auch Feuerregen nennt, ist ein Leuchten, welches zuweilen Regentropfen im Herabfallen zeigen, und das kann wohl angehen, wenn diese viele electrische Materie enthalten.

Man spricht auch von Sand=, Aschen=, Korn=, Wurm=, Frosch=, Fisch=, Mehl=, Milch=, Blut= und Schwefel=Regen, welches alles man wohl (wie das Herabfallen der Meteorsteine) Wunderregen nennt. Wie geht das zu? —

Angenommen, vermittelst eben bezeichneter Wasserhosen oder Wirbelwinde würden Sachen, wie die genannten, in die Luft gehoben: so müßten sie auch ja wieder niederfallen, und das könnte mit dem Regen oder während desselben geschehen. Doch wollen wir nicht behaupten, daß dies, und nichts anders, hier gerade immer Ursache sei. Daher folgendes:

Vulkane werfen oft in großer Menge Asche, Staub, Sand, Steine — in die Höhe. Diese Sachen können von Winden, ehe sie herunterfallen, in Gegenden getrieben werden, wo man von jenem Vulkanausbruch nichts merkt, und da niederfallen. Es regnet dann Asche u. s. w.

Was man für Korn hält, waren oft Pflanzensämereien, welche vom Winde aufgehoben waren und hernach mit dem Regen vereinigt niederfielen.

Frösche und manche Würmer kommen vielmals während eines erquickenden Regens, besonders nach vorheriger langer Dürre, aus der Erde, und dann scheint es, als seien sie mit dem Regen niedergefallen. Doch können hier auch Wasserhosen, wie erwähnt, die Ursache sein.

Wenn sich mit dem Regenwasser eine weißliche Erd=

masse (weißer Thon —) vermischt, so kann das Wasser wohl die Mehl- oder Milchfarbe annehmen.

Wenn Raupen ihre Puppenhäuser verlassen, so geben sie blutähnliche Tropfen von sich. Werden die auf den Blättern der Bäume, an Gebäuden oder sonst gefunden, so hält der Unwissende das für blutige Regentropfen, und prophezeiht — wenn der Aberglaube dazu kommt — sich gar allerlei Böses daraus.

Der feine gelbliche Staub von den im Mai blühenden Fichten, Linden und andern Bäumen hat das Ansehen eines feinen Schwefels. Findet man solchen beim Regen auf dem Wasser, so hat es Schwefel geregnet. Uebrigens könnte ja auch unser Dunstkreis wohl Schwefeltheilchen aufnehmen oder durch zerplatzte Feuerkugeln aufgenommen haben und mit dem Regen fallen lassen. Auch das wäre ja noch nichts Undenkbares.

Eine der Naturerscheinungen, die besonders leicht die Aufmerksamkeit der Menschen an sich ziehen, weil sie eines Theils — in unserer Gegend — zu den seltenen, andern Theils zu den furchtbar schönen Schauspielen der Natur gehören, ist das Nordlicht (der Nordschein). Je weiter nach Norden hin, desto öfterer und vollständiger wird diese Erscheinung wahrgenommen, und je weiter nach S. desto unvollständiger und seltener — bis z. B. in Frankreich sie schon sehr selten, in Italien noch seltener und über Portugal hin, sie gar nicht mehr gesehen wird, nach bisheriger Erfahrung. Wenn sie sich zeigt, so ist das gewöhnlich schon bald nach Sonnenuntergang, selten sieht man sie nach Mitternacht. Im Winter und Herbst kommt sie am häufigsten vor. Für uns können viele Jahre hingehen, ehe wir etwas der Art gewahr werden; darauf aber hat man das Schauspiel oft wieder gewisse Jahre hinter einander nicht so ganz selten. In den letzten Jahren hat sich in unsern Gegenden mitunter so etwas gezeigt. Gewöhnlich erhebt sich über den nördlichen Horizont ein nebelähnlicher Bogen, von

rother, weißer und verschiedenen andern Farben, die bald (je höher der Bogen sich hebt, um so mehr) einen hellen Glanz annehmen. Aus dem Bogen schießen von Zeit zu Zeit Strahlen, — Lichtbündel und Feuergarben — empor, die mitunter dem Scheitelpunkte sich beträchtlich nähern, und dieses, je weiter nach N. man sich befindet, um so mehr. Im hohen N. findet man sich gar bald von dem ganzen Glanz umgeben, und in der dunkelsten Nacht so hell umleuchtet, daß man die feinste Schrift zu lesen im Stande ist. Schon bei uns sieht man aus dem Hauptschein zuweilen mit Schnelligkeit erleuchtende Strahlen hervorschießen, und hört dabei wohl ein Zischen. Im hohen Norden ist das alles öfterer und ausgebreiteter. Da vereinigen sich die hervorschießenden Strahlen über den Scheitel so, als sähe man über sich eine Decke von funkelnden Edelsteinen verschiedener Art. Das Zischen wird da ein Platzen, ein Rollen, donnerähnlich, und das Ganze wie ein den ganzen Himmel einnehmendes Feuerwerk.

Auch gegen den Südpol hin zeigen sich ähnliche Erhellungen der Nächte. Das vermuthete man schon, ehe man es wußte. Nun haben Seefahrende (besonders der berühmte Weltumsegler Cook) das hinreichend bestätigt. Das wären denn Südlichter oder Südscheine. Polarlichter oder Scheine könnte man sie alle (die nördlichen und die südlichen) nennen.

Wie erklärt man diese Erscheinungen? — Man hat die Höhe der Polarscheine auf wenigstens 20 geographische Meilen geschätzt, eine Höhe, wo eine Cubikmeile Luft nicht ein Pfund wiegt, so dünn ist da die Luft. Wenn man nun eine Glaskugel der Electrisirmaschine durch die Luftpumpe fast luftleer macht und sie dann durch Reiben electrisirt, so sieht man im Dunkeln ein Leuchten, welches mit dem Nordlicht viele Aehnlichkeit hat. Demnach könnte das Nordlicht das Leuchten der electrischen Materie in einer sehr verdünnten Luft sein. Gewiß weiß man das freilich nicht;

aber Wirkung der Electricität ist es von gewisser Seite wohl auf jeden Fall. Man erklärt es übrigens auf mehrfache Weise, als: für Abspiegelung des Sonnen- und Mondlichtes durch die in der Luft schwebenden Schneewolken und Eisnadeln; — für vulkanische Wirkung u. s. w. Wir sehen wohl, der Mensch weiß es nicht. Doch folgendes wollen wir noch in Betracht ziehen: Das Nordlicht zeigt beständig eine Bewegung von O. nach W., wie die scheinbare Bewegung der Himmelskörper ja auch. Daher liegt (so schließt man) die Ursache mit in der Axendrehung der Erde, und der bekannte Mathematiker Kästner meint, es seien die besagten Scheine die Scheine der den Erdpolen entströmenden Electricität. — Im folgenden werden wir lernen, daß die Magnetnadel, je weiter nach N., desto mehr gegen die Erdoberfläche sich mit dem nördlich gerichteten Ende zuneigt (inclinirt). Nun lehrt die Erfahrung, daß kurz vor dem Erscheinen eines Nordlichtes diese Neigung (Inclination) schwächer wird. So könnte denn das Nordlicht ein Ausströmen der magnetisch-electrischen Materie sein, wodurch eben die Kraft, welche die Magnetnadel zur Erde zieht, geschwächt würde. — Dazu kommt: Beim Polarschein des Nordpols soll sich mehr + E regsam zeigen, und beim Südschein (Südpol) mehr — E, und daher, meint man, komme es, daß die letztern in ihrer Wirksamkeit immer schwächer gefunden wären als die erstern (die Nordlichter). Da nun das Nordlicht den Nordbewohnern die zu einer Jahreszeit beständige Nacht zum hellen Tage macht und so ihnen den Mangel des Sonnenlichts ersetzt, so daß sie, wie am Tage arbeiten können: so hätten wir damit ja einen sehr wichtigen Nutzen desselben. Und — sobald wir wissen, wir dürfen uns nicht fürchten, so giebt uns der Anblick ja ein so reines Vergnügen, als irgend der Anblick des Schönen und Herrlichen, was Gott in seinen Werken uns vor die Sinne führt, uns nur gewähren kann.

Jetzt noch die Erinnerung, daß man die Naturerschei-

nungen, wobei die Electricität besonders wirksam ist, und die deßwegen mehr oder weniger als leuchtend sich zeigen (z. B. Wetterleuchten, Sternschnuppen u. s. w.) feurige Lufterscheinungen nennt;

dagegen die, welche als Folge der Lichtbrechung und Zurückwerfung gelten, glänzende,

und die mit den in die Luft aufgestiegenen Dunst- und Wassertheilen zusammenhängenden Erscheinungen, als Thau, Regen, Schnee u. s. w. — wässerige Lufterscheinungen.

§. 67.

Magnetnadel. Compaß. Magnetismus (+ M und — M). Erdmagnetismus. Magnetische Axe, magnetischer Meridian. Polarität des Magnets. Declination der Magnetnadel. Inclination derselben. Pol und Aequator des Erdmagnets. Verfertigung künstlicher Magnete. Erhaltung und Erhöhung der magnetischen Kraft. Magnetische Atmosphäre. Magnet. Magazin. Grund der Mittheilung des Magnetismus.

Vorbemerk. Das §. 22. Vorgekommene über Magnet und dessen Wirkungen werde hier in Erinnerung gebracht.

Um, was wir weiter vom Magnet kennen lernen wollen, an das bereits Gelernte anzuschließen, gedenken wir zuerst des Werkzeuges, das gerade den Seefahrern durch Hülfe der magnetischen Kraft so wichtig wird. Man hat einen Faden vom feinsten und härtesten Stahl, welcher ganz eben, einfach und ohne allen Zierrath ist. Eine Nadel wollen wir den Faden nennen. Dieselbe durchbohrt man in der Mitte, gerade im Schwerpunkt, steckt da hinein ein messingenes Hütchen, und setzt das auf einen messingenen Stift, der oben eine stählerne Spitze hat. Darauf kann sich die Nadel, die magnetisirt (zu einem künstlichen Magnet gemacht) worden ist, frei bewegen, und wird erst in Ruhe sein, wenn sie mit dem einen Ende nach N. und mit dem andern nach S. zeigt. Magnetnadel heißt sie nun.

Um diese bequem zu dem besagten Zwecke zu benutzen, umschließt man sie mit einem Gehäuse oder Büchschen, oft mit einem Glasdeckel darüber. Die Nadel selbst dagegen pflegt man wohl zwischen zwei kreisrunde Scheiben, die mit ihr beweglich sind, einzukleben, und über diesen die Eintheilung des ganzen Horizonts in 32 Weltgegenden oder Winde bemerklich zu machen. Die letztere Vorrichtung wird eine Windrose genannt, so wie die ganze Einrichtung mit Inbegriff der Magnetnadel Compaß heißt. Diesen habt ihr gewiß alle gesehen, wenn auch von verschiedener Größe und Einrichtung. Die Chinesen sollen ihn schon 1100 Jahre vor Chr. gekannt haben; für uns in Europa soll er aber erst seit Anfang des 14ten Jahrh. durch den Italiener Flavio Gioja von Amalfi erfunden und bekannt geworden sein; doch hat er wohl eigentlich nur das Verdienst, die Anwendung der Magnetnadel für die Schifffahrt allgemeiner gemacht zu haben. Die Polarität des Magnets und der Magnetnadel war schon früher bekannt. Nun fing man an, viel größere Schiffe zu bauen, die entlegensten bisher unbekannten Länder aufzusuchen, die ganze Erde nach verschiedenen Richtungen hin zu umsegeln, den Handel zu erweitern, und gewann dadurch an viel größerer Sicherung des Lebensunterhalts für eine viel größere Zahl von Menschen, indem man an Länder-, Menschen- und Produktenkunde, so überhaupt an Bildung des Verstandes und an Geistesaufklärung, sich zu bereichern, vielfache Gelegenheit fand. Die neuere Erfindung der Dampfschifffahrt, die den Seefahrenden gar in vieler Rücksicht von Wind und Wetter unabhängiger macht, wäre ohne den Compaß nutzlos gewesen.

Die gleichnamigen Pole zweier Magnete stoßen sich ab, die ungleichnamigen ziehen sich an. Dieselben Erscheinungen haben wir auch bei gleichnamiger und ungleichnamiger Electricität. So wie man daher annimmt, es gebe einen Stoff, der Electricität heiße und 2 Bestandtheile enthalte,

die in gehöriger Vereinigung in Ruhe seien, aber aufgeregt erst sich merklich machen: so könnte man wohl auch auf den Gedanken gekommen sein, verschiedene Körper (wenn nicht alle) enthalten eine Materie, welche man magnetische Materie (Magnetismus) nennen könnte; diese enthalten auch 2 Bestandtheile, die unter einander sich anziehen, aber, wenn sie gleichnamig sind, sich abstoßen; die auch, wenn in gehörigem Verhältniß vereinigt, sich nicht merklich machen —. Diesen Gedanken hat man auch gefaßt, so daß es demnach eben so 2 entgegengesetzte magnetische Materien oder Magnetismen gäbe, wie es 2 solche Electricitäten giebt. Zu dem Ende hat man gleichfalls 2 ganz ähnliche Bezeichnungen gewählt: für den Magnetismus des Nordpols + M, und für den des Südpols — M.

Ein Magnet, der sich frei bewegen kann (wie die Magnetnadel), dreht sich mit seinem + M nach N. und mit — M nach S.; daher (so schließt man wohl) muß im N. — M sein, welches das + M dahin zieht, und im S. umgekehrt. Um sich dieses zu erklären, ist man auf mehrerlei Vermuthungen gekommen, als: der Erdkörper ist selbst ein großer Magnet, und in dessen Polargegenden sind magnetische Pole zu suchen. Auch nimmt man wohl große Magnete an, welche im Innern der Erde durch dieselbe hindurch gehen, und wenn auch nicht ganz, so doch zum Theil, von S. nach N. ihre Richtung haben. — Was es aber auch sein mag, — magnetische Kraft zeigt die Erde ja wirklich, und man nennt diese den Erdmagnetismus. In Bezug darauf aber nehmen die Magnete auf der Erde, wenn sie sich frei bewegen, eine dem Erdmagnetismus entgegengesetzte Richtung: + M nach — M der Erde, und — M nach + M hin.

Wären nun die Pole des Erdmagnets gerade auch die Erdpole, so müßte der frei bewegliche Magnet (die Magnetnadel) immer gerade nach N. und nach S. zeigen. Dieses thut er aber nicht; in den meisten Gegenden der Erde weicht er entweder nach W. oder nach O. hin ab.

Die gerade Linie zwischen den beiden Polen eines Magnets nennt man die magnetische Axe. Wenn nun Erdpole und magnetische Pole nach derselben Gegend lägen, so würden Erdaxe und magnetische Axe einerlei Richtung haben, nun aber liegen sie so, daß sie, wenn sie in einer Ebene lägen, sich unter einem Winkel durchschneiden würden. — Denkt man sich die magnetische Axe als über die Erde hinübergehend und nach der Erdoberfläche sich krümmend, wie die Erdmeridiane, so könnte man sie magnetische Meridiane nennen. Dem Bemerkten nach ist denn der magnetische Meridian in der Richtung von dem Erdmeridian verschieden. Die Eigenschaft des Magnets, die Richtung des magnetischen Meridians zu nehmen und zu bewahren (oder das Streben, seinen Polen eine bestimmte Richtung zu geben) nennt man die Polarität desselben, so wie die Abweichung, welche zwischen magnetischen und Erdmeridian Statt findet, die Declination der Magnetnadel genannt wird. Diese Abweichung zeigt sich in verschiedenen Gegenden der Erde sehr verschieden. So geht sie an einer Stelle nach W., an der andern nach O. hin, ist hier größer, da kleiner, und bleibt nicht einmal an einem und demselben Orte dieselbe. Es giebt auch Zeiten, wo an einem Ort die Magnetnadel gar nicht declinirt. Doch will man auf der Nordhälfte der Erde 4 Striche gefunden haben, wo zu keiner Zeit eine Declination der Magnetnadel Statt findet:

1. an der Westküste der Hudsonsbai,
2. auf der Grenze des europäischen und asiatischen Rußland.

(Zwischen diesen beiden Strichen ist immer eine westliche, keine östliche Abweichung.)

3. etwas westlich von Irkutsk.

(Zwischen 2. und 3. ist immer östliche Abweichung.)

4. zwischen Jesso und Kamtschatka.

(Zwischen 3. und 4. ist immer westliche und zwischen 4. und 1. immer östliche Abweichung.)

Von veränderten Abweichungen mögen folgende Beispiele hier Platz haben: Im J. 1580 war die Abweichung in Paris 11½ Grad nach O., 1664 war gar keine Abweichung, 1817 war sie 22 Gr. 20 Min. nach W. — Nach dem Gange, den hier die Abweichung zu nehmen scheint, hat man schon berechnet, daß sie J. 1937 wieder gar nicht oder Null sein wird. — Zu London war im 16. Jahrhundert und in der ersten Hälfte des 17ten eine östliche, 1657 keine Abweichung; von da an ward sie westlich und zwar immer mehr, bis sie 1819 mit 24 Gr. 41 Min. den westlichsten Punkt erreicht hatte und vom Mai an einen rückläufigen Gang nach O. begann, mit einer Geschwindigkeit von 2 Minuten im Jahr. — Gegenwärtig ist die Abweichung durch ganz Europa hin westlich, und man findet sie immer größer, so wie man etwa von Petersburg aus nach W. hin sich der Südspitze Grönlands nähert. Man findet sie in Petersburg ungefähr 8 Gr., in Stockholm 15½, in Christiania 20, in London 24½, an der Nordküste Islands über 40 und in der Colonie Godthaab auf Grönland 51 Grad.

Um mit Sicherheit und Genauigkeit sich des Compasses bedienen zu können, wo man auch sein mag, ist es wichtig, sich möglichst mit der Art und Größe der Abweichung für eine jede Gegend bekannt zu machen. Man hat mit vieler Mühe Tabellen entworfen und Charten (die erste Charte war von Halley) verfertigt, durch deren Hülfe man die Abweichungen des Magnets für gewisse Gegenden auf angegebene Zeit finden kann.

Auf der Hebridischen Insel Cannay ist ein Felsen, der Compaßfelsen genannt, in dessen Nähe sich die Magnetnadel fast umkehrt. Woher das? — läßt sich zur Genüge nicht bestimmen. Magnetische Anziehung scheint dieser Felsen ja aber wirklich in einem besondern Grade zu zeigen.

Wenn man die zu einer Magnetnadel bestimmte Nadel so weit fertig, nur ihr noch keinen Magnetismus mitgetheilt hat, und sie nun, wenn man sie auf die Spitze der

Unterlage setzt, in horizontaler Richtung darauf schwebt: so sollte man doch denken, es sei alles richtig. Das aber ist es noch nicht. Magnetisirt man sie, und setzt sie dann wieder auf die Spitze der Unterlage, so dreht sie sich allerdings nach N., aber das Ende, was nach N. zeigt, neigt sich gegen die Erde hin, so daß die Nadel hier bei uns über 70 Gr. von der horizontalen Richtung abweicht. Hätten wir diese Nadel in einer Gegend weiter nach S. hin, so würde diese Neigung geringer sein, und wären wir damit in der Südhälfte der Erde, so würde sich nicht der magnetische Nordpol, sondern der Südpol gegen die Erde neigen. Dagegen würden wir (entweder beim Erdäquator selbst oder doch in dessen Nähe) eine Stelle finden, wo die Magnetnadel völlig im Gleichgewicht (horizontal gerichtet) bliebe. — Es scheint, daß jene Senkung des magnetischen Nordpols auf der Nordhälfte der Erde daher kommt, daß das + M der Nadel dem — M der Erde näher ist als das — M der Nadel dem + M der Erde und die Senkung des magnetischen Südpols auf der Südhälfte daher, daß dort das — M der Nadel sich dem + M der Erde mehr nähert, als das + M der Nadel dem — M der Erde. Wo nun gar keine Senkung, da wäre man in der Mitte zwischen — M und + M (zwischen den magnetischen Polen) der Erde. Man nennt die Senkung der Magnetnadel gegen die Erde die Neigung oder Inclination der Magnetnadel, und die Stellen der Erdoberfläche, wo die Magnetnadel nicht inclinirt, zusammen den magnetischen Aequator, der mit dem Erdäquator nicht überall an einerlei Ort ist. Man hat gefunden, daß der magnetische Aequator kein Kreis, sondern eine Linie von 2 Hauptkrümmungen mit vielen Biegungen sei. Er (so behauptet man) durchschneidet den Erdäquator in 2 Punkten oder Knoten. Diese bleiben nicht an demselben Ort; sie rücken gegenwärtig von O. nach W. fort. Der eine fand sich J. 1822 unter 3° 45′ L., der andere J. 1825 unter 174° 55′ L.; dagegen war J. 1780 die Länge beider 17° und 180°. Unter ungefähr 60° L. hat

der magn. Aequator seine größte nördl. Br. von etwa 15°, und unter 340° L. seine größte südl. Br. von 12°.

Die Inclination indeß setzt den Seefahrenden weniger in Verlegenheit, als die Declination; auch kann man jenen Uebelstand durch ein kleines Gewicht, welches man an der aufsteigenden Hälfte der Magnetnadel auf- und niederschieben kann, leicht entfernen; gar schon durch ein wenig Wachs oder Siegellack, welches man daran drückt.

Da aber, je weiter nach N., die Inclination um so größer wird, so müßte man, wenn das so fortginge, ja wohl weit im N. auf eine Stelle kommen, wo die ganz frei bewegliche Magnetnadel sich senkrecht gegen die Erde (Horizontalebene) richtete. Die Stelle wäre vielleicht um so eher zu finden auf einer jener 4 Striche, wo die Magnetnadel nicht declinirt. Wir dürften nur mit unserer Nadel auf diesem Strich bleiben und so nordwärts fortschreiten. Fänden wir dann den gesuchten Punkt, so wären wir doch wohl an einem Pol des Erdmagnets (einem Nordpol). Ob es nun im N. einen solchen Punkt, und nur Einen, oder mehrere giebt, das wissen wir noch nicht. Genau hat noch keiner einen solchen getroffen. Berechnet hat man wiederholt, wo solche Stellen sein könnten, so z. B. der französische Astronom de la Lande (geb. 1732). Nach ihm fällt der magnetische Nordpol in den 77. Gr. N. Br. und in den 110. Gr. westlicher L. nach dem Meridian von Paris. Es hat indeß Capitain Roß J. 1831 unter 280° 42′ östl. L. und unter 70° 5′ 17″ nördl. Br. eine Stelle gefunden, wo die Inclination 90° weniger 1 Min., also einem magn. Pole ungemein nahe war. Daß die Inclination der Magnetnadel nach der Lage des Orts verschieden ist, fällt wenig auf, da sich das, allem Anscheine nach, nach der Nähe und Entfernung der magn. Pole der Erde richtet. — Ist die Erscheinung doch ganz ähnlich der, die entsteht, wenn man eine kleine Magnetnadel, die an einem Faden horizontal schwebt, einem größern Magnet hinreichend nahe bringt. Hängt jene nämlich über dem größern Magnet in der Mitte

zwischen dessen beiden Polen, so inclinirt sie nicht; wird sie gegen einen Pol gerückt, so inclinirt sie dahin, und um so mehr dahin, je weiter sie gerückt wird —. So ist es ja eben mit der Magnetnadel gegen den Erdmagnetismus. Es soll z. B. die Inclination J. 1836 gewesen sein, und zwar nördlich: in Petersburg 71°, Brüssel 68° 32′, Rom 61° 42′ —; südlich: St. Helena 14° 50′ —. Es bleibt indeß für denselben Ort die Inclination der Magnetnadel eben so wenig dieselbe, wie die Declination; sie nimmt nämlich hier jährlich um mehr als 3 Min. ab.

Wie es nun mit der Declination der Magnetnadel möglicher Weise zugeht —? — So etwa: Liegt der magnetische Pol in einer Gegend gerade in der Richtung nach dem Nordpol der Erde hin, so ist keine Abweichung; ist jene weiter nach W., so westliche, — weiter nach O., so östliche Abweichung. Da es nun mehrere Striche giebt, wo keine Abweichung Statt findet, so könnte man vermuthen, daß es im N. auch mehrere magnetische Pole gäbe. Da es gar für jeden Ort Zeiten giebt, in welchen daselbst die Nadel nicht declinirt, und man gar berechnet hat, wann solche Zeiten eintreffen: so scheint der magnetische Pol nach Regel und Gesetz seinen Platz zu verändern, also beweglich zu sein, wie das auch ja augenscheinlich mit dem magn. Aequator der Fall ist. Die Veränderung der Inclination der Magnetnadel an einem und demselben Ort spricht ja auch für die Lageveränderung der erdmagnetischen Wirksamkeit. Die Frage: Woher diese veränderte Wirksamkeit? ist bis jetzt noch bei Weitem nicht genügend beantwortet.

Ein kleines Stück Eisen, welches sich an einen Pol eines Magnets hängt, wird magnetisch, aber nicht viel länger, als es in der Nähe des Magnets bleibt. An eine eiserne Nadel z. B., die sich an den Magnet hängt, hängt sich eine 2te, an diese eine 3te, und das so lange, bis die magnetische Kraft nicht weiter reicht. Werden die Nadeln abgenommen, so dauern die magnetischen Wirkungen freilich eine kurze Zeit, doch nicht lange. Es kann aber der

Magnetismus auch bleibend mitgetheilt werden, alsdann entsteht nach §. 22. der künstliche Magnet.

Es lehrt die Erfahrung, daß ein solcher durch den Erdmagnetismus hervorgebracht werden kann. Wenn man beobachtet, welche Richtung ein frei beweglicher Magnet (die Nadel) nimmt, und legt in dieser Richtung ein Eisenstäbchen auf Eisen, etwa einen Amboß, und streicht es in dieser Lage etwa mit einer Feuerzange, oder feilt, bohrt oder hämmert es: so wird es auch magnetisch, und zwar dem Erdmagnetismus entgegengesetzt. — Wird eine Eisenstange senkrecht aufgestellt, so wird man sie nach einiger Zeit magnetisch finden; dies wird mehr noch sein, wenn man die Stange mit einem Hammer wiederholt sanft klopft oder überhaupt in eine erschütternde Bewegung setzt. Ja, schon wird sie magnetisch, wenn man sie in schräger Richtung nach N. hin wiederholt gegen die Erde stößt.

Um indeß regelmäßig wirkende Magnete zu verfertigen, verfährt man so: Man nimmt einen eisernen oder stählernen Stab von der Gestalt eines Parallelepipedums (man zeige, wo nöthig, eine solche Gestalt etwa von einer gelben Wurzel), streicht diesen von seiner Mitte an bis zu einem Ende mit dem Pole + M und hebt den Pol ab, ohne zurück zu streichen: so wird das Stäbchen schon gleich an diesem Ende — M erhalten. Um das — M zu verstärken, setzt man den Pol an denselben Punkt an, und streicht auf dieselbe Art. Das mag man 5 — 6 mal wiederholen, so daß man an dem Ende allemal den Pol vom Stäbchen abhebt, und zwar einige Zoll davon entfernt, damit die aufgeregte Kraft nicht wieder aufgehoben wird. In diesem Fall erhält das Ende, wohin gestrichen worden, — M und nach dem andern Ende des Stabes wird + M gestoßen, und zwar schon ein ziemlich starkes. Doch setzt man nun noch den entgegengesetzten Pol des Magnets (den mit — M) in dieselbe Mitte des Stabes, streicht nach diesem andern Ende desselben, und verfährt ganz so wie vorher, ebenfalls 5 — 6 mal. Auf solche Art wird das + M und — M

des Stabes bedeutend vermehrt, und man erhält einen künstlichen Magnet, gewöhnlich nicht weniger wirksam als der natürliche. Er hat Polarität wie dieser, und man kann mit ihm eben so gut einen andern künstlichen Magnet machen wie mit dem natürlichen.

Läßt man den Magnet lange unthätig, so pflegt er nach und nach seine Kraft zu verlieren. Daher lasse man ihn möglichst immer ein angemessenes Eisengewicht tragen, oder bewahre ihn in Eisenspänen, die sich stark an ihn ansetzen, auf. Man erhöht seine Stärke, wenn man ihm erst ein kleineres Gewicht anhängt, den Tag darauf etwas mehr, und so von Tag zu Tag. Freilich wird man damit bald das höchste Maaß erreichen, über welches seine Kraft nicht hinauskommt. Auch wird er schon an Stärke gewinnen, wenn man ihn so aufbewahrt, daß sein Nordpol oberwärts oder nur im magnetischen Meridian nach Norden gerichtet ist.

Die Kraft des natürlichen Magnets kann man auf die Art ganz bedeutend erhöhen, daß man die Kräfte eines jeden der beiden Pole, die auf eine größere Fläche verbreitet sind, auf einen möglichst engen Raum zu vereinigen sucht. Man feilt zu dem Ende den Magnet an seinen beiden Polen glatt, legt dann (möglichst fest anschließend) eiserne Platten daran, wovon jede in einen etwas stark hervorragenden würfelförmigen Fuß sich endigt. Diese beiden Füße, wo die ganze magnetische Kraft sich nun vereinigt, sind die künstlichen Pole. An diese wird nun ein eiserner Stab mit einem Haken (Anker) so gelegt, daß er von beiden Füßen zugleich festgehalten wird. An den Haken wird nun das Gewicht gehängt, das der Magnet tragen soll. Eine solche Vorrichtung, um die Kraft des Magnets zu verstärken, nennt man die Bewaffnung oder Armatur desselben. Auch künstliche Magnete kann man durch Anlegung weichen Eisens auf ähnliche Weise armiren. Diesen giebt man damit oftmals die Hufeisenform. Verstärkt wird die Kraft dadurch bedeutend, so daß ein Magnet, der für sich nur

1 Gran trägt, armirt über 750 Gran zu tragen vermag. Das übrigens lehrt die Erfahrung auch, daß, je größer das Eisengewicht eines Magnets ist, er durch die Armirung um so weniger an Tragekraft gewinnt. Doch giebt es armirte Magnete, welche 9 *U.* wiegen und 5 Centner tragen können.

Je größer die Tragekraft des Magnets ist, auf desto größere Entfernung hin erstreckt sich auch seine anziehende wie seine abstoßende Kraft — seine Wirksamkeit überhaupt. Der Raumumfang, bis wohin diese sich erstreckt, heißt der magnetische Wirkungskreis oder die magnetische Atmosphäre. Wenn auch in dieser Atmosphäre, so läßt sich schon vermuthen, daß, je weiter von den magn. Polen entfernt, desto weniger stark die Kraft des Magnets dahin wirkt. Versuche und Beobachtungen haben ergeben, daß hier dasselbe Gesetz gilt, wie bei dem Schall und dem Licht: Die Wirksamkeit der magn. Kraft nimmt in dem Verhältnisse ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt.

Eisen übrigens, welches sich in dem Wirkungskreise eines Magnets befindet, wird oft magnetisch, bleibt es aber manchmal nur so lange, als es daselbst ist. Wenn daher eine senkrechte Eisenstange von selbst magnetisch wird, so wird das daher kommen, daß sie sich in dem magnetischen Wirkungskreise des Erdmagnets befindet.

Wegen des verstärkten Magnetismus durch die Armirung wird ein armirter Magnet auch im höhern Grade Magnetismus mitzutheilen im Stande sein. Daher bedient man sich auch zur Verfertigung größerer künstlicher Magnete des armirten. Dabei unterscheidet man den einfachen und den Doppelstrich. Beim einfachen Strich machen wir es, wie es vorher schon ist bezeichnet worden: man streicht das Eisenstäbchen erst von der Mitte nach einem Ende hin mit einem Pol, dann von der Mitte nach dem andern Ende mit dem andern Pol. Beim Doppelstrich setzt man beide Pole des Magnets auf die Mitte des Stabes und streicht damit mehrmals hin und zurück von einem

Ende zum andern, und wenn man das nicht länger fortsetzen will, so fährt man nur zur Mitte hin, und hebt da den Magnet vom Stabe senkrecht ab. Will man mehr thun, so setzt man den Magnet eben so auf die entgegengesetzte Seite des Stabes, ohne die Polrichtung des armirten Magnets zu verändern, und verfährt von dieser Seite hier eben so. Dadurch wird das Ende des Stabes, wohin mit + M zunächst gestrichen ist, — M, und das, wohin mit — gestrichen, + M.

Hat man z. B. 2 magnetisirte Stäbe dicht an einander gelegt, und streicht damit einen dritten Stab, so giebt das einen noch kräftigern Magnet. Diese 3 verbunden, wirken noch kräftiger, 4 verbunden mehr noch. Darauf beruht das Verfahren zur Verfertigung der sogenannten magnetischen Magazine, die aus ganzen Bündeln magnetisirter Stäbe bestehen und eine große Kraft besitzen. Durch solche kann man (was sonst nur mühsam erfolgt) Stahl schnell magnetisiren und selbst die Pole starker Magnete, die man in verkehrter Richtung dem Bündel vorhält, in die entgegengesetzte verwandeln.

Wie kann man es sich möglicher Weise in etwas denken, daß durch das mehrerwähnte Streichen mit + M — M und — mit — M, + M mitgetheilt wird? — Das Eisen enthält seiner Natur nach einen Stoff, der aus + M und — M zusammengesetzt ist. Gewöhnlich ist beides im gehörigen Verhältniß beisammen, und man merkt nichts davon. Nun streiche ich mit dem Nordpol des Magnets (mit + M) den Eisenstab von der Mitte nach einem Ende, und ziehe das mit + M verwandte — M dahin, indem das + M des Stabes nach dem andern Ende zurückgestoßen wird. Das wiederholt, und — nach dem andern Ende mit dem Pol — M auch so gestrichen, giebt denn natürlich einen dem streichenden Pol entgegengesetzten Magnetismus. — Sonach fände aber weniger eine wirkliche Mittheilung, als eine Aufregung des Magnetismus und Trennung der Bestandtheile desselben Statt.

Daß auf solche Art + M und — M eines Eisenstabes von einander losgerissen und weiter entfernt wird, ist nicht auffallend, wohl aber ist es das, daß es nach dem Streichen (Strich) sich nicht von selbst wieder vereinigt. — Das Streben zur Wiedervereinigung der beiden Bestandtheile ist ja aber auch da; daher eben hält man den Magnet in Thätigkeit durch Gewichtanhängung u. s. w., wodurch jenem Streben denn wohl das Gleichgewicht gehalten wird.

§. 68.

Der Galvanismus. Die Voltaische Säule. Der thierische Magnetismus.

Von der Electricität nimmt man an, daß sie in jedem Körper vorhanden sei und entweder durch Reibung oder durch eine hinreichende Annäherung an Körper mit bereits reger Electricität könne merklich gemacht werden; der Magnetismus werde vornehmlich in Eisenerz, Eisen und eisenhaltigen Körpern wahrgenommen, und sei entweder schon in dem natürlichen Zustande des Körpers rege (sei dies durch den Einfluß des Erdmagnetismus oder durch andere uns unbekannte Einwirkung auf denselben) oder müsse durch veranstaltete angemessene Verbindung mit einem Magnet rege gemacht werden.

Außerdem hat es sich noch später ergeben, daß unter den gehörigen Umständen in dem thierischen (auch menschlichen) Körper etwas Aehnliches in einer andern Art und Weise könne merklich gemacht werden, als die bis dahin bekannte Weise, mag dieses sein die Electricität, wie sie überall (also auch im thierischen Körper sonst) sich findet, oder eine besondere Art derselben. — Davon hier das Wesentliche.

Man nehme ein Stäbchen von Zink (mag es die Gestalt eines Theelöffels haben) und berühre damit die obere Fläche der Zunge, indem man zugleich das eine Ende eines silbernen Theelöffels an die untere Zungenfläche bringt. So oft man in dieser Lage die beiden andern, aus dem

Munde hervorragenden Enden in Berührung bringt, wird man auf der Zunge einen auffallenden Geschmack von Säure empfinden. Macht man es umgekehrt, und bringt den Zinklöffel unten, aber den Silberlöffel oben an die Zunge, so wird der Geschmack etwas anders, mehr brennend. Es ist in diesem Fall nicht eben nöthig, daß die beiden aus dem Munde hervorragenden Enden sich unmittelbar berühren; es reicht schon hin, um denselben Geschmack zu erregen, wenn man diese beiden Enden durch ein drittes Metall (jedenfalls einen Electricitätsleiter) in Verbindung bringt. Geschieht aber die Verbindung durch Hülfe eines Nichtleiters, so bleibt die Wirkung aus.

Wir sehen daraus, daß hier etwas der Electricität Aehnliches wirksam ist, und nennt es daher auch so, und zwar thierische Electricität, gewöhnlicher aber nach dem Entdecker — Galvanismus. Galvani, Professor der Arzneikunde zu Bologna, nämlich stellte für andere Zwecke Versuche an mit Fröschen, die er zergliederte. Er hatte Froschschenkel mit einem kupfernen Haken an ein eisernes Geländer gehängt, so daß jene nun auch das Eisen berührten, und augenblicklich nahm er zuckende Bewegungen der Froschschenkel wahr, so als wenn sie lebten. Das muß ich genauer wissen, dachte er, und er wiederholte und erweiterte solche Versuche, und kam so (J. 1790) auf das, was wir nach seinem Namen benennen. Indeß hatte schon der Professor J. G. Sulzer im Jahr 1767 die oben bemerkten Erscheinungen in Folge der Versuche mit Zink und Silber über und unter der Zunge — bekannt gemacht. Auch das fand er, daß die Metalle nicht nothwendig oben und unten die Zunge berühren dürften, sondern auch, wenn eins dieselbe rechts und das andere sie links, eins an einer Stelle der Spitze und das andere an einer andern Stelle sie träfe, zeigten sich solche Erscheinungen, und diese zuweilen in der Art, daß ihm zugleich ein blitzähnliches Leuchten vor den Augen erschien. Dieses sahe freilich nur er selbst und kein Umstehender zugleich, ein Beweis, daß es bloß Folge eines

bei ihm vorgehenden Nervenreizes war. Ein solches Leuchten zeigt sich besonders recht deutlich, wenn man im Dunkeln einen Zinklöffel zwischen den linken Backen und das obere Zahnfleisch und zugleich einen Silberlöffel zwischen den rechten Backen und das untere Zahnfleisch hält. Dieses Licht erscheint, sobald die äußern Enden zusammenkommen, und auch, sobald sie getrennt werden. — Wiederholte Versuche der Art verursachen Schwindel, Kopfweh und Nasenbluten.

Als Beispiel von galvanischen Erscheinungen mögen noch folgende hier Platz finden. Man fülle einen Becher von Zinn oder von Zink mit Wasser, stelle ihn auf eine silberne Unterlage (mag es ein großes Münzstück sein) und berühre darauf, indem man mit nasser Hand das Silber anfaßt, mit der Zunge das Wasser: alsdann wird man ebenfalls einen säuerlichen Geschmack empfinden. Ob hier auch eine ununterbrochene leitende Verbindung Statt findet? — Ja, denn Silber an Zink oder Zinn, dieses an Wasser, Wasser an der Zunge (Menschenkörper) und Hand (Menschenkörper) wieder an Silber. — Auch dieses: Man lege auf eine Zinkplatte eine große Silbermünze und auf diese einen Blutigel. So lange dieser auf dem Silber liegt, scheint er nichts Besonderes zu empfinden. Wenn er aber über den Rand kriecht und da zugleich an den Zink kommt, so prallt er, als wäre er von einem plötzlichen Schreck ergriffen worden, zurück. Auch hier berührt ein Metall das andere und der Blutigel beide Metalle.

Alle diese Erscheinungen, welche Versuche in der angegebenen Art gezeigt haben, kommen darin überein, daß sie eine leitende Verbindung zwischen verschiedenartigen Leitern der Electr. unter sich und zwischen diesen Leitern und solchen Theilen des thierischen Körpers, die für solchen Nervenreiz empfänglich sind, voraussetzen. (— Daß die Metalle verschiedenartig sein müssen, scheint zuweilen nicht so, da Silber und Silber, Eisen und Eisen, Zink und Zink — ähnliche Wirkungen hervorbringen. Doch findet man hier

bei genauer Untersuchung allemal, daß sodann die übrigens gleichartigen Körper von verschiedener Härte, Glätte, Temperatur u. s. w. sind, und von der Seite betrachtet, doch wieder ungleichartig.)

Die verbundenen verschiedenartigen Leiter der galvanischen Electr. nennt man die Erreger oder Excitatoren (wie oben Zink und Silber —). Wird noch ein drittes Metall zur Herstellung der leitenden Verbindung angewandt (Metalldrath, Metallkette —), so ist das der galvanische Conductor oder Leiter. Alle Leiter der Electr. sind auch Leiter des Galvanismus (als: Wasser, feuchte Erde u. s. w.), und alle Nichtleiter für jenen Fall sind es auch hier (als: Siegellack, Glas, Harz, Seide u. s. w.). Die galvanische Wirkung ist nach Verschiedenheit der in Verbindung gebrachten Erreger verschieden. Die bessern sind hier: Zink mit Kupfer, mit Gold und (besonders) mit Silber. Bei der Wirksamkeit solcher Verbindung, die man eine galvanische Kette nennt, zeigt der eine Erreger allemal positive Electr. (+E) und der andere negative (—E), z. B. wenn Verbindung von Zink und Silber oder Kupfer, so jener (der Zink) +E und letzteres —E.

Indeß besonders in Beziehung auf diesen Punkt, so wie auf die galvanische Entdeckung überhaupt, hat sich der Professor Volta (geb. 1745 zu Como und gest. 1827) durch die Erfindung der nach ihm benannten Voltaischen Säule Verdienst erworben. Seine Erfindung ist für den Galvanismus ungefähr so wichtig wie die Leidener Flasche für die Electricität. Sie besteht in folgendem:

Auf einen isolirenden Nichtleiter (etwa eine trockene Glasplatte) legt man erst eine runde Silberplatte (von der Größe eines Speciesthalers), auf diese genau aufpassend eine eben so große Zinkplatte, darauf eine ein wenig kleinere angefeuchtete Scheibe von Pappe, Tuch, Filz oder Leder. Dann kommt wieder eben solche Silberplatte, darauf Zink-

platte, sonach Scheibe, — und das setzt man in derselben Abwechselung bis auf 50, 60 gar bis 100 und mehr Plattenpaare fort, und zwar so, daß man, wenn man mit der Silberplatte (wie z. B. wir angegeben) begonnen hat, mit der Zinkplatte endigt. Man kann aber auch mit der Zinkplatte anfangen, und mit der Platte von Silber endigen. Auch kann man eine Kupferplatte statt der Silberplatte nehmen.

Um dem Umfallen der so entstehenden Plattensäule vorzubeugen, errichtet man in Dreiecksform drei Glasstäbe feststehend senkrecht auf die Unterlage, so von einander, daß die Platten genau dazwischen passen. Dabei ist zu bemerken, daß die oberste und die unterste Platte eine Hervorragung haben, woran man Dräthe oder andere Körper als galvanische Conductoren befestigen (etwa einhaken) kann.

Auf solche Art erhält man eine zusammengesetzte galvanische Kette, die man die Volta'sche Säule, auch wohl die Galvanische Batterie nennt. Die Endplatten nennt man die Pole der Säule, und dagegen den Zinkpol den positiven, wie den Silber- oder Kupferpol den negativen Pol — warum wohl diese letzten Benennungen? —

Die Anfeuchtung der Tuch- oder Filzscheiben geschieht am beßten durch eine Auflösung von Kochsalz und Essig oder Salmiak. So lange diese Scheiben gehörig feucht bleiben, so lange zeigt sich der Apparat nur wirksam. Daher ist es nachtheilig, wenn mehr als 40 höchstens 50 Plattenpaare auf einander gesetzt werden, denn alsdann würden die Tuchscheiben durch den Druck der Last zu stark ausgepreßt und trocken werden. Um solchem Nachtheil vorzubeugen, baut man bei 60 bis 100 Paaren 2 Säulen statt Einer, und so, daß, wenn die eine etwa mit Silber anfängt und mit Zink endigt, die andere mit Zink anfängt und mit Silber endigt. Die obern Enden der beiden Säulen werden durch leitende Drähte verbunden und die untern Plattenpaare jeder Säule mit Hervorragungen versehen, auf

welche man kleine metallene Gefäße löthet. — Bei dieser Vorrichtung stehen Silber- und Zinkende, oder negativer und positiver Pol, neben einander, was für den Gebrauch seine Bequemlichkeit hat.

Bringt man die äußere Belegung der Leidener Flasche mit dem einen Pol der Säule in leitende Verbindung und die innere Belegung mit dem andern Pol, so ladet sich jene von selbst und bald. Ladet man nun eine andere Flasche durch die Electrisirmaschine, und bringt dann diejenigen Belegungen beider Flaschen, welche entgegengesetzte Electr. haben, in Berührung (mittel- oder unmittelbar), so entladen sie sich von selbst. Das ist Beweis, daß galvanisches E dasselbe ist, was durch Reiben erregt wird.

Wenn man die Hände in Salzwasser taucht, und mit der einen Hand (entweder unmittelbar oder vermittelst eines Silberstäbchens) die Silberplatte, mit der andern Hand aber (unmittelbar oder mittelst eines Zinkstäbchens) die obere Zinkplatte berührt: so erhält man eine schmerz- und krampfhafte Erschütterung durch die Arme besonders, und auch sonst, und dies so oft, als man von neuem die obere Platte berührt. Die Erschütterung ist fast so wie die durch die Leidener Flasche, und ob sie größer oder kleiner, das hängt von der Menge der Plattenpaare ab. Sie wird der galvanische Schlag genannt. Mehrere Menschen, die sich mit nassen Händen anfassen, können auch hier sämmtlich diesen Schlag bekommen.

Ein blitzähnliches Licht vor den (mag sein, offenen oder verschlossenen) Augen, Zuckungen in den Lippen, und den mehr erwähnten säuerlichen Geschmack im Munde, bemerkt man, wenn man jene Silber- und Zinkstäbchen in den Mund, an die Lippen oder an die Brust hält, und so die beiden Endplatten auf erwähnte Art berührt. Die Stäbchen in die Ohren gebracht, verursachten (wie Volta nur einmal versucht und nicht zu wiederholen gewagt hat) einen Schlag durch den Kopf und ein krachendes Geräusch in den Ohren.

Man hat die Volta'sche Säule auch gegen Lähmungen, Gesichts- und Gehörfehler, auch zur Wiederbelebung Scheintodter anzuwenden versucht, selbst mit scheinbarem Erfolg, der aber nicht von Bestand zu sein schien.

Wenn man die beiden Pole der Säule durch 2 Dräthe mit einander in Berührung bringt, so zeigt sich ein wirklicher Funke. Dieser erscheint immer von neuem, so oft die Berührung aufgehoben und wieder erneuert wird. Befestigt man Spitzen von gut ausgebrannten Kohlen an die Enden der Dräthe und berührt damit die Pole der Säule, so werden, wenn die Kohlen sich entzünden, die Lichterscheinungen gar so lebhaft, daß das Auge sie kaum ertragen kann. — Das ist eine andere Art des Lichts, als das, was bloß dem erscheint, der die galvanischen Wirkungen an sich selbst verspürt. Worin wohl verschieden? —

Auch eine starke Hitze kann durch die galvanische Batterie hervorgebracht werden. Dazu errichte man nur eine Säule von 100 Plattenpaaren und man kann damit Metalldräthe zum Glühen und Schmelzen, selbst jede Flüssigkeit zum Kochen bringen, wenn in dieselbe ein mit der Batterie verbundener dünner Drath getaucht wird. Eine Batterie von 2000 Plattenpaaren bringt eine Hitze hervor, welche Platina zu Kügelchen zerschmelzt und den Diamanten verdunstet.

Wenn man von jedem der beiden Pole einen Metalldrath, am besten von Gold oder Platina, in ein Gefäß mit wenigem Wasser leitet, und die Dräthe im Wasser etwas von einander abstehen läßt, so zeigen sich am positiven Pol Blasen von Sauerstoffgas und am negativen von Wasserstoffgas. Dieses sind aber Bestandtheile des Wassers. Auf ähnliche Art können auch Salze, Säuren und andere Stoffe durch die Volta'sche Säule in ihre Bestandtheile zerlegt werden, so daß jeder Bestandtheil sich nur an einen der Pole anhängt.

Daß die galvanische Electricität und die durch Reiben erregte wenigstens nicht wesentlich verschieden, wenn nicht

gar ganz dieselben sind, leuchtet aus angeführten Ergebnissen ein; — aus welchen besonders? — Nur die Erregungsart scheint eine verschiedene zu sein. Ob Magnetismus auch damit einen und denselben Grundstoff oder vielmehr eine und dieselbe Grundkraft ausmacht, ist denn freilich mehr noch die Frage. Das lehrt indeß die Erfahrung, daß eins auf das andre einen beträchtlichen Einfluß übt. Daß ein Blitzstrahl dem Magnet seine Kraft zu nehmen im Stande ist; daß derselbe, wie jeder electrische Funke, Eisen, welches er antrifft, magnetisch machen kann; daß beim Nordlicht, wo im vorzüglichen Grade Electr. sich wirksam zeigt, die Magnetnadel ihre Richtung verschieden verändert — giebt von dem Einfluß der Electr. auf den Magnetismus Beweis genug. Aehnlichen Einfluß darauf zeigt die Voltaische Säule. Man stelle nämlich diese einmal so, daß ihr negativer Pol nach S., ihr positiver nach N. gerichtet ist, setze dann beide Pole durch einen Drath, der über die Säule hin geht, in leitende Verbindung, über dem Drath aber hänge man, parallel mit demselben, eine Magnetnadel (oder einen frei beweglichen Magnet) auf: alsdann richtet diese sogleich ihren Nordpol nach W. Bringt man dagegen die Nadel unter der Säule (Batterie) an, so wird gleich die Abweichung östlich. Daraus folgt, daß eine chemische Verwandtschaft zwischen den mehrgedachten drei Stoffen jeden Falls vorhanden ist.

Die Erschütterungen, welche die oben (§. 65.) erwähnten Zitterfische hervorbringen, sind denen, durch Volta's Säule bewirkt, sehr ähnlich. Vielleicht haben diese Thiere gewisse Organe, welche aus Schichten von galvanischen Leitern bestehen. Man will solche Organe beim Zitteraal unter dem Schwanze und beim Zitterrochen an beiden Seiten des Kopfes entdeckt haben. Könnte unsere Erde in ihrem Innern, wo oft verschiedene Erd-, Erz- und Steinarten schichtweise über einander angetroffen werden, nicht auch hie und da eine Art Voltaischer Säulen bilden? Könnten die denn nicht Wirkungen hervorbringen, wie sie uns als Erd-

beben und vulkanische Ausbrüche bekannt sind? — Doch dies ist bloße Möglichkeit.

Schon von früherer Zeit her hat man mehrfältig den Gedanken gehabt, daß der Magnetismus, der durch die dichtesten Körper und Materien hindurch wirkt, auch wohl auf menschlichen Körper, menschliches Leben und menschliche Lebenskraft und Thätigkeit wichtigen Einfluß haben könnte. Besonders viel Aufsehen in dieser Rücksicht erregte der Arzt Anton Friedrich Mesmer, geb. 1733 unweit des Rheins und gest. 1815. So wie Sonne und Mond auf die Erde beständig einwirken, und je nach ihrer Stellung einen verschiedenen Einfluß üben (z. B. Ebbe und Fluth bewirken —), — behauptete er —, so steht der Mensch und das menschliche Leben unter ähnlichen allgemeinen und besondern Einflüssen von nahen und fernen Welten und andern Körpern. Wie der mineralische Magnet auf so manche Körper großen Einfluß übt, dachte er, so wird er unter Vermittelung der Nerven für den menschlichen Körper von nicht geringerem Einfluß sein. Schon im Jahr 1772 versuchte er den Mineralmagnet bei Krankenheilungen zu gebrauchen. Er berührte oder bestrich die leidenden Theile damit oder band ihn auf diese Theile, und glaubte auch günstige Erfolge seiner Versuche zu bemerken. Zuerst benutzte er den natürlichen, nachher einen künstlichen Magnet, und die Erfolge schienen ihm dieselben. Sollte es aber auch eben so sehr in der Kraft liegen, die von meinem eigenen Körper (meiner berührenden Hand) auf den Kranken übergeht als in dem Magnet? (dachte er) und er legte diesen zur Seite. Er meinte nun (ohne den Magnet) gar noch auffallendere Heilungen wahrzunehmen. Er machte J. 1775 von Wien aus seine Entdeckungen bekannt. Thierischer Magnetismus — ist der Name für die verborgene Ursache solcher Wirkungen. Nach Mesmer ist sie oft auch Mesmerismus genannt worden. Er erregte viel Aufsehen. Mancher sprach

für ihn und seine Ansichten; die größere Zahl, besonders unter den Aerzten, aber gegen ihn.

Bloß auf das Allgemeine in Bezug auf den thierischen Magnetismus können wir uns hier beziehen. Um die von Mesmer bekannt gemachte Heilungsart anzuwenden, wirkt der Arzt (oder auch eben so oft schon ein Nichtarzt) vornehmlich auf den Gefühlssinn des Kranken, nach bestimmten Regeln, ein. Er setzt zuvörderst seinen Körper mit dem Körper des Kranken und zugleich seine Gedanken mit denen des Kranken in eine gewisse, ihm bekannte Verbindung. Darauf fängt er an, den letztern entweder mit der flachen Hand oder nur mit den Fingerspitzen sanft zu berühren und so an bestimmten Stellen und nach bestimmten Richtungen hin zu streichen. Oftmals geschehen diese Züge mit Hand und Fingern auch, ohne den Kranken eigentlich zu berühren, schon in einer geringen Entfernung von demselben. Selbst bei einem bloßen Anhauchen des Kranken läßt er es zuweilen sein Bewenden haben. Mitunter läßt er es auch schon damit gut sein, daß er dem Kranken fest ins Auge schaut und diesen dahin bringt, seinen Blick eben so fest auf ihn (sein Auge) zu richten. Das Verfahren, wie es auch sei, nennt man Magnetisiren, auch wohl Mesmeriren (woher dieses? —), und der auf solche Art auf den Kranken Einwirkende heißt der Magnetiseur. Der Kranke wird dadurch zuvörderst in einen behaglichen Zustand versetzt, und bald in eine Art Schlaf (magnetischen Schlaf), der eigentlich kein Schlafen, aber auch kein Wachen ist. Die Behaglichkeit zeigt sich in dem Gesicht des Schlafenden. Bald verbindet sich auch mit dem Schlaf eine eigenthümliche Art geistiger Fähigkeit und Thätigkeit, und dann heißt der Zustand Somnambulismus, und der auf diese Art Schlafende ein Somnambul oder Hellsehender. Es wird erzählt, dieser sehe scharf in sich selbst hinein, nehme genau die Beschaffenheit, Bewegungen und Zustände innerer Theile seines Körpers wahr, und erkenne, was ihm heilsam, und was schädlich sei, in Bezug auf die Krankheit; dieses wisse er auch dem Magnetiseur genau anzugeben. Dies wäre Selbstbeschauung; aber auch was außerhalb des Hellsehenden vorgeht oder ist, nimmt er, obgleich die Augen verschlossen, selbst auf meilenweite Entfernung hin wahr. Er sieht aber auch nicht mit den Augen, sondern empfindet mit dem Magen und den Fingerspitzen, nach der eigenen Aeußerung desselben gegen den Magnetiseur.

Wenn es nicht Uebertreibung ist, was noch mehr gesagt wird: — er soll sogar angeben können, was gewisse Personen, sie mögen nahe oder entfernt sein, in dem Augenblick denken, beschließen ꝛc.; nur müssen das Personen sein, mit welchen er in einer gewissen Seelengemeinschaft, Seelenverbindung steht oder darein vorher gekommen oder gesetzt worden sein muß, welche man (den magnetischen) Rapport nennt.

Nicht jeder ist im Stande, einen andern in den magnetischen Schlaf zu bringen; es muß der Magnetiseur wenigstens immer der Nervenstärkere sein. Aber auch scheint im Ganzen nicht jeder für diesen Zustand, und besonders nicht für den des Somnambulismus empfänglich zu sein; ein gewisser Grad von Nervenschwäche wird dabei jeden Falls vorausgesetzt. Es kommt aber auch darauf an, ob Magnetiseur und zu Magnetisirender in einer hier erforderlichen Seelenübereinstimmung sich befinden.

Der Erfolg einer solchen Behandlung von, besonders nervenschwachen, Kranken wird im Ganzen als sehr günstig angegeben. Uebel, wogegen die gewöhnlichen Arzneien oft vergeblich angewendet worden sind, haben sich dadurch entfernen lassen. Jedoch soll eine verkehrte und übermäßige Anwendung des sogenannten Magnetisirens auch sehr schlimme Folgen hervorbringen können.

Wie das Angegebene und vieles sonst, was von der Wirkung des thierischen Magnetismus noch erzählt wird, zugehen kann, wissen wir nicht. Ob, wie einige meinen, eine durchaus unwahrnehmbare feine Materie überall im Weltraume verbreitet sich befindet, die durch die besondere Art der Thätigkeit des Magnetiseurs so in erschütternde Bewegung gesetzt werde, wie die Luft und andere schallende Körper bei Hervorbringung des Schalls, — solches möglich mache? — Ob durch dieselbe Einwirkung auf die in den magnetisirten Zustand versetzte Person alle Empfänglichkeit derselben für die gewöhnlichen gröbern Einflüsse von Außen zurückgedrängt und sie so nur für ungestörte Aufnahme der feinern Eindrücke, seien dies die des eigenen innern Zustandes oder die der äußern Welt (für das eigentliche Hellsehen) recht empfänglich gemacht werde? — Wir wissen das alles nicht.

Druck von Bernh. Tauchnitz jun. in Leipzig.

Berichtigungen.

Seite	Zeile	
26	15	von oben, lies „auch" statt „euch"
110		werde gestrichen Zeile 19 bis 24, wo es heißt: „Jeder Erd= parallelkreis — — — — der Erd= und Himmels= Mittelpunkt."
156	15	v. o. setze „sein" hinter „dicht"
165	18	v. o. werde „tropfbar" mit eingeklammert.
208	6	v. unten, lies „Zusammenhalt in" st. „Zusammenhang"
213	9	v. u. werde „der" vor „Ruhe" gestrichen.
229	14	v. u. werde „es" zwischen „ist" und „ein" eingeschoben.
386	10	v. o. l. „noch am ersten und leichtesten" st. „am wenigsten"
417	12	v. o. werde zwischen „schon" und „noch" das Wort „oder" eingeschoben.
429	9	v. u. l. „ihm" st. „ihn"

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Diekmann, H.

Die Naturlehre in katechetischer Gedankenfolge als Gegenstand der Verstandesübung und als Anlaß zur religiösen Naturbetrachtung Für Lehrer in Stadt- u. Landschulen, auch in Schullehrerseminarien brauchbar

Altona 1842

H.nat. 141 d
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10075608-2